XV ГОД ИЗДАНИЯ 1938

В обмін на Ваші видання.

НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ
ПО САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ОРГАН ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ВНИС)

АГРОНОМИЧЕСКИЙ ВЫПУСК

3-4

ДЕРЖАВНЕ ВИДАВНИЦТВО КОЛГОСПНОЇ І РАДГОСПНОЇ ЛІТЕРАТУРИ УРСР

КИЕВ 1939 ХАРЬКОВ

Редакционная коллегия ВНИС

Главный редактор—М. П. Панасюк
Редактор выпуска—П. А. Власюк
Ответственный секретарь редколлегии—Ф. А. Кудлай

Литературный редактор А. Т. Данилюк
Технический редактор—Г. Г. Аксенов
Технический руководитель—Н. А. Яновицкий
Корректор—О. Я. Лемберг

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

ИЗ ПРИКАЗА

ПО НАРОДНОМУ КОМИССАРИАТУ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
№ 1014 от 13 сентября 1938 г.

О премировании селекционеров за выведение лучших сортов сахарной свеклы

1. В соответствии с положением о премировании селекционеров за выведение лучших сортов сахарной свеклы и разрешением Экономсовета при СНК СССР за № 201/1—утвердить постановление Государственной комиссии по сортоиспытанию сахарной свеклы при НКПП СССР от 9/IX 1938 г. № 2.

Считать авторами сортов маточной свеклы, отпущенных на посев в 1938 г., следующих селекционеров:

по **Верхнячской селекционной станции**—автором сортов тов. **Михалевича В. В.**, соавтором тов. **Гринько Т. Ф.**, давших в соответствующих районах наивысший сбор сахара с гектара: сорта № 1404—93,6, № 1405—58,6, № 1406—77,1, № 1408—52,6, № 1212—68,1, № 1501—42,9 ц;

по **Уладовской селекционной станции**—автором сортов тов. **Семполовского Л. Л.**, давших в соответствующих районах наивысший сбор сахара с гектара: сорта № 1030—67,3, № 1256—66,3, № 1438—64,2 ц;

по **Льговской селекционной станции**—автором сортов т. **Гудвил С. В.**, соавтором тов. **Басенко С. Л.**, давших в соответствующих районах наивысший сбор сахара с гектара: сорта № 1241—57,7, № 1251—75,0, № 1421—58,8, № 1423—63,9, № 1424—71,2 ц;

по **Первомайской селекционной станции**—автором сорта тов. **Шелехова Н. Н.**, давшего в соответствующих районах наивысший сбор сахара с гектара: сорт № 1444—52,9 ц;

по **Рамонской селекционной станции**—автором сорта тов. **Мазлумова А. Л.**, давшего в соответствующих районах наивысший сбор сахара с гектара: сорт № 1431—71,0 ц.

2. Утвердить премиальные суммы по селекционным станциям в следующих размерах:

по Верхнячской селекционной станции	89600 руб.
по Уладовской „ „	28100 „
по Льговской „ „	29600 „
по Ивановской „ „	19800 „
по Первомайской „ „	6100 „
по Белоцерковской „ „	4500 „
по Рамонской „ „	4300 „

3. Премировать селекционеров и директоров селекционных станций в следующих размерах:

по **Верхнячской селекционной станции**—премию автору сортов Верхнячской селекционной станции тов. **Михалевичу В. В.**, в размере 11250 руб., в связи с его смертью, выдать его семье; соавтору тов. **Гринько Т. Ф.** в размере 3750 руб.

Для премирования работников селекционной станции, принимавших участие в выведении сортов сахарной свеклы, 40000 руб. и для оборудования лабораторий станции 34600 руб.

По **Уладовской селекционной станции**—автору сортов тов. **Семполовскому Л. Л.** в размере 15000 руб., директору селекционной станции тов. **Малиенко М. П.** в размере 1100 руб.

Для премирования работников селекционной станции, принимавших участие в выведении сортов сахарной свеклы, 12000 руб.;

по **Льговской селекционной станции**—автору сортов тов. **Гудвил С. В.** в размере 10000 руб., соавтору тов. **Басенко С. Л.** в размере 3300 руб.; директору селекционной станции тов. **Самойлову** в размере 3000 руб.

Для премирования работников селекционной станции, принимавших участие в выведении сортов сахарной свеклы, 13300 руб.;

по **Первомайской селекционной станции**—автору сорта тов. **Шелехову Н. Н.**—в размере 2000 руб., директору селекционной станции тов. **Дьякову Н. Н.**—в размере 1100 руб.

Для премирования работников селекционной станции, принимавших участие в выведении сортов сахарной свеклы, 3000 руб.;

по **Рамонской селекционной станции**—автору сорта тов. **Мазлумову А. Л.**—в размере 1300 руб.

Для премирования работников селекционной станции, принимавших участие в выведении сортов сахарной свеклы, 3000 руб.

4. В виду того, что Белоцерковская и Ивановская селекционные станции не представили материалов о премировании селекционеров за выведение лучших сортов сахарной свеклы—премирование по этим станциям рассмотреть на следующем заседании Государственной Комиссии после представления соответствующих материалов.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

Канд. с. х. наук И. Ф. БУЗАНОВ

ДАТЬ НАШЕЙ СТРАНЕ ЕЩЕ БОЛЕЕ ЦЕННЫЕ СОРТА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

В настоящем номере „Научных записок“ опубликован приказ по Народному Комиссариату Пищевой Промышленности СССР № 1014 о премировании селекционеров за выведение лучших сортов сахарной свеклы. Этим приказом дана конкретная оценка не только работе наших отдельных селекционеров, но и, по существу, отдельным селекционным станциям, работающим с сахарной свеклой в системе Главсахара.

Наша партия и правительство окружают особой заботой и вниманием науку и людей передовой науки, которые результатами своей работы помогают социалистическому производству, двигают его вперед. Премирование селекционеров за лучшие сорта сахарной свеклы, которые ими выведены и переданы производству для маточных посевов в 1938 г., является высокой оценкой работы отдельных селекционных станций. Это мероприятие, проведенное на основе постановления правительства от 29/VI 1937 г., не только по селекции сахарной свеклы, но и по селекции других с. х. культур, должно явиться для всего коллектива научных работников, для всех наших селекционеров мощным стимулом к завоеванию новых успехов, к созданию еще более ценных сортов сахарной свеклы.

Для посева в 1938 г. селекционными станциями Главсахара передано промышленности 22 сорта маточной свеклы, которые во всех сортоиспытаниях, предшествовавших отпуску и, в частности, в государственных испытаниях получили высокую оценку. По данным государственного сортоиспытания сахарной свеклы 1937 г., из 53 сортов, которые испытывались на сортоучастках всех одиннадцати селекционных станций Главсахара (весь набор госсортоиспытания 1937 г. составлял около 80 сортов), выделились следующие сорта-рекордисты, которые в среднем по сети заняли первые десять мест.

Таблица 1

Сорта сахарной свеклы, получившие лучшую оценку в госсортоиспытании 1937 г.

Сорт	Урожай корней в ц/га	Процент сахара	Урожай сахара в ц/га
Ивановской станции 1305	336	16,7	56,2
Верхнячской „ 1408	321	17,4	56,0
Льговской „ 1422	331	16,9	56,0
Уладовской „ 1030	327	17,1	55,8
Верхнячской „ 1501	325	17,1	55,7
Ивановской „ 1418	334	16,7	55,6
Бийской „ 1447	320	17,3	55,4
Верхнячской „ 1406	313	17,7	55,4
Льговской „ 1425	327	16,9	55,3
Уладовской „ 1434	322	17,2	55,3

Исследованиями ВНИС и селекционных станций установлено, что сорта сахарной свеклы в условиях повышенного агротехнического фона более резко диференцируются по своим производственно-утилитарным качествам—по высоте урожая и сахаристости. В основном вся сеть сортоучастков Главсахара в 1937 г. обеспечила проведение госсортоиспытаний в условиях более высокого уровня урожая.

Если средний урожай сортов сахарной свеклы по всей сети госсортоиспытания 1936 г. составлял 240 ц с гектара при сахаристости 17,1%, то в 1937 г. он значительно повысился, а именно до 324 ц с гектара, при сахаристости 17,3%. Точность опыта как по сбору сахара, так и по проценту сахара была также выше в 1937 г. (2,7 по сбору сахара и 1,1 по проценту сахара против 3,4 по сбору сахара и 1,6 по проценту сахара в 1936 г.).

Лучшие условия проведения госсортоиспытания 1937 г. подтверждаются также и данными сбора сахара у сортов-рекордистов за период 1935 и 1936 гг. Так, за период 1935 и 1936 гг., по сравнению с 1937 г., лучшие сорта селекционных станций в отдельных точках сортоиспытаний дали следующий урожай сахара.

Таблица 2

Сбор сахара (в центнерах с гектара)

Сорт	Номер сорта	1935—1936 г.	1937 г.
Верхнячской станции . .	1404	77,3	93,6
Ивановской „ . .	1305	50,0	80,2
Льговской . „ . .	1251	56,4	75,0
Уладовской „ . .	1030	51,3	67,3

Урожаи сахарной свеклы на разных сортоучастках колебались в значительных пределах в зависимости от уровня агротехники, почвенно-климатических и других условий проведения опыта. Однако, в общем, уровень урожая в 1937 г. был значительно выше, чем в прошлые годы (Парафиевка 375 ц, Коровинцы 403 ц, Верхнячка 440 ц, Фрунзе 529 ц и т. д.).

Таким образом условия агротехники, условия более высокого уровня урожая при сортоиспытаниях несомненно способствовали более правильному выбору наиболее продуктивных сортов для передачи их промышленности.

Из 22 сортов, отпущенных в 1938 г., отдельные сорта станций характеризуются следующими данными.

Сорт 1404 Верхнячской станции (выведенный селекционерами В. В. Михалевичем и Т. Ф. Гринько) дал урожай сахара с гектара в 1937 г. в Песках 93,6 ц. Сорт отличается значительной совмещенностью высокой продуктивности с высокой сахаристостью, отпущен для посевов в районы Шевченковского, Песковского, М. Висковского и Долинского сортоучастков.

Сорт 1408 Верхнячской станции (селекционеры В. В. Михалевич и Т. Ф. Гринько) во многих районах свеклосеяния занимает высокие места по сбору и проценту сахара. Сорт также характеризуется высоким совмещением урожая и сахаристости. В 1937 г. на Верхнячской станции дал 74 ц сахара с гектара, а в засушливом районе Кореновского сортоучастка на Кубани—52,6 ц сахара с га. Отличается высокой доброкачественностью, относительно малым содержанием вредного азота и пониженной цветущностью. Отпущен в районы—Ильинецкого, Уладовского, Ялтушковского, Капустянского и Бершадского сортоучастков.

Сорт 1422 Льговской станции (селекционеры С. В. Гудвил и С. Я. Басенко) в 1937 г. занял первое место по урожайности на Льговской станции дав 397 ц/га корней при сахаристости 18,1%, что составляет

сбор сахара с гектара 71,9 ц; характеризуется пониженной цветушностью. Выделился главным образом в Курской и Воронежской областях и отпущен в район Эртильского сортоучастка.

Сорт 1305 Ивановской станции (селекционеры О. Ф. Гельмер и Т. Ф. Гринько). Этот сорт уже в течение трех лет является рекордистом в государственных сортоиспытаниях. В 1937 г. в Песках он дал урожай 481 ц/га корней при сахаристости 18,6% или сбор сахара 80,2 ц/га. В 1937 г. в Киргизии при поливе он дал урожай свеклы 594 ц/га при сахаристости 18,4%, что составляет 109 ц/га сахара. Сорт отпущен в районы Ивановского, Федоровского, Тимирязевского и Новотаволжанского сортоучастков.

Сорт 1030 Уладовской станции (селекционер д-р Л. Л. Семполовский), являющийся уже в течение трех лет единым стандартом сахарной свеклы (начиная с 1934/35 г.), устойчиво занимает рекордные места в ряде районов Киевской, Винницкой, Черниговской областей, а в 1937 г. занял высокое место в Беково, где он дал сбор сахара с гектара 67,3 ц. Является сортом относительно устойчивым против кагатной гнили. Отпущен в район Бековского сортоучастка (Поволжье).

Кроме вышеописанных сортов, в 1938 г. селекционными станциями отпущены и другие ценные высокопродуктивные сорта маточной свеклы (всего 22 сорта). По Верхнячской станции отпущены еще сорта 1405, 1406, 1407, 1501, 1212, которые особенно в Киевской и Винницкой областях заняли в испытаниях высокие места по урожаю и проценту сахара. Так, сорт 1406 в 1937 г. на Верхнячском сортоучастке дал 77,1 ц сахара с гектара. Сорт 1212 на Моевском сортоучастке дал 68,1 ц сахара с гектара, заняв, таким образом, первое место. Из сортов Белоцерковской станции отпущен сорт 1439 (селекционер В. А. Егоров), который оказался рекордистом госсортоиспытания в южных районах Киевской области, а также в некоторых районах Днепропетровской и Одесской областей. Отличается повышенной устойчивостью к церкоспорозу, занял высокое место по урожайности и сахаристости на Долинском сортоучастке и отпущен для посева в район Фундуклеевского сортоучастка.

Из сортов Уладовской станции выделились еще сорт 1256, давший по Парафиевскому сортоучастку 66,3 ц сахара с гектара и отпущенный в районы В. Подолянского, Драбовского, Згуровского и Шевченковского сортоучастков, а также сорт 1438, давший по Коровинецкому сортоучастку 64,2 ц сахара с гектара и отпущенный в районы Уладовского и Коровинецкого сортоучастков.

Из Льговских сортов, кроме вышеописанного сорта 1422, отпущены еще следующие сорта: 1241—в районы Краснояружского, Новотаволжанского и Эртильского сортоучастков, 1421—в районы Бершадского сортоучастка, 1423—в районы Рамонского и Земетчинского сортоучастков, 1251—в районы Новотаволжанского и Эртильского сортоучастков, 1424—в районы Льговского и Новотаволжанского сортоучастков. Причем сорт 1241 дал в Красной Яруге 73,1 ц, а сорт 1251 на том же сортоучастке—75,0 ц сахара с гектара.

Из сортов Рамонской станции выделился сорт 1431 (селекционер А. Л. Мазлумов), который на Рамонском сортоучастке дал 71,0 ц сахара с гектара и отпущен в районы этого сортоучастка.

Из сортов Первомайской станции выделился сорт 1444 (селекционеры Н. Н. Шелехов и С. П. Севастьянов), занявший высокое место в сортоиспытании на Кубани, куда и отпущен для посева.

Сорт Бийской станции 1447 (селекционер П. А. Дубинин), который занял высокое место в сортоиспытании на Бийском и Рубцовском сортоучастках и отпущен для посева в Алтайский край.

Сорт 1448 Фрунзенского опорно-селекционного пункта (селекционер В. Ф. Чеболда) занял на Фрунзенском сортоучастке высокое место, дав 585 ц свеклы с гектара при сахаристости 17,8%, что составляет 104,1 ц сахара с гектара.

Все эти сорта, являющиеся рекордистами по своей продуктивности в определенных агропроизводственных районах, куда они и отпущены в 1938 г. для посевов, как маточные, обеспечат в условиях высокого агротехнического фона и стахановских методов труда в колхозах и совхозах рекордный сбор сахара с единицы площади.

Одним из крупнейших достижений советских селекционеров является осуществляемая на наших станциях перестройка селекционной работы с сахарной свеклой в направлении создания сортов, совмещающих высокий урожай с высокой сахаристостью (сорта нормального направления), в отличие от основного направления, существовавшего до недавнего времени, по созданию сортов высокоурожайных, но низкосахаристых или высокосахаристых, но низкоурожайных, т. е. малопродуктивных по сбору сахара с единицы площади.

В этом отношении особенно выделяются успехи Верхнячской станции, сорта которой являются сортами типа N (нормаль), обладающими совмещением высоких производственных свойств—урожая и сахаристости.

Процесс изменения качества сортов, формируемых селекционерами станций Главсахара, представлен следующими данными ВНИС об изменении отпуска маточных семян за последнее десятилетие (1929—1938 гг.).

Таблица 3

Количество отпущенных маточных семян по направлениям сортов
(в процентах от общего отпуска)

Направления \ Годы	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
E	90	83	97	54,4	62,8	91,5	47,3	35,1	35,1	46,5
N	9	15	2	44,6	35,6	8,3	51,0	60,4	63,3	53,0
Z	1	2	1	1	1,6	0,2	1,7	4,0	1,6	0,5

Эти данные совершенно четко показывают, какие глубокие изменения произошли в качественном составе сортов, отпускаемых сортоводными станциями Главсахара за последние 5—6 лет и какие существенные изменения происходят за последние десять лет в самом селекционном процессе при создании новых сортов.

Внимание советских селекционеров, как видно из этих данных, направлено на выведение высокопродуктивных сортов сахарной свеклы совмещенного типа, которые в условиях социалистического хозяйства находят широкое применение, так как обеспечивают высокий сбор сахара с единицы площади.

Однако, было бы ошибкой считать, что увеличение отпуска маточных семян типа N (возросшего с 2% в 1931 г. до 53% в 1938 г.), происходит вследствие быстрой перестройки работы большинства станций в этом направлении и увеличения ими из года в год отпуска производству семян сортов совмещенного типа. До сих пор значительная часть наших станций еще медленно перестраивает свою селекционную работу в направлении одновременного повышения урожайности и сахаристости. Рост же отпуска семян сортов нормального направления для нашей промышленности, начиная с 1935 г. происходит, главным образом, за счет роста отпуска семян сортов Верхнячской станции, которые характеризуются совмещением основных хозяйственно-полезных признаков—высокого урожая и сахаристости.

Это подтверждается следующими данными ВНИС об отпуске семян сортов сахарной свеклы отдельными станциями.

Таблица 4

Данные об отпуске семян сортов сахарной свеклы отдельными станциями за 1931—1938 гг. (в процентах от общего отпуска по Главсахару)

Годы отпуска семян \ Станции	Уладовская	Ивановская	Верхнячская	Льговская	Рамонская	Первомайская	Ялтушковская	В.-Подолянская	Ильинецкая	Белоцерковская	Бийская	Киргизская им. Фрунзе
1931	34,2	51,6	6,3	6,4	6,1	—	0,2	0,3	0,9	—	—	—
1932	34,8	35,6	18,3	1,3	5,7	0,8	0,1	1,8	0,9	0,7	—	—
1933	47,0	27,9	11,8	2,6	0,8	—	1,4	1,4	6,9	0,2	—	—
1934	37,8	31,5	3,3	15,2	3,4	0,7	0,3	1,2	6,6	—	—	—
1935	28,9	11,9	43,7	10,2	0,2	2,2	1,0	1,9	—	—	—	—
1936	29,8	11,1	35,0	17,2	0,2	1,7	2,8	0,9	—	1,3	—	—
1937	30,8	7,9	32,8	11,8	9,9	1,6	0,9	1,6	—	2,7	—	—
1938	14,5	9,4	48,8	20,6	0,7	0,4	—	—	—	2,3	2,9	0,4

Из таблицы видно, что Верхнячская станция, начиная с 1935 г., отпускает промышленности основную массу семян сортов сахарной свеклы, а в 1938 г. отпуск семян ее сортов достигает 48,8% от общего отпуска семян маточных сортов свеклы по всей нашей стране. Это имеет огромное значение, так как сорта, выпускаемые Верхнячской станцией, обладают высоким совмещением урожая и сахаристости. В общем отпуске семян маточных сортов свеклы значительно возрос также удельный вес сортов Льговской станции. Эта молодая станция за относительно короткий период своей работы создала весьма ценные сорта свеклы, и в 1938 г. отпущенные семена сортов Льговской станции составили 20,6% от общего отпуска маточных семян в СССР.

Уладовская станция за последнее десятилетие благодаря высокой устойчивости ее сортов по основным утилитарным признакам занимала высокое место в общем отпуске маточных семян в стране. Процент отпуска семян ее сортов из года в год составлял от 29 до 47 к общему отпуску. Однако в госсортоиспытаниях 1937 г. некоторые сорта Уладовской станции на многих пунктах по своим качествам уступали сортам других соревнующихся станций (Верхнячским), поэтому и отпуск маточных семян сортов Уладовской станции сократился в 1938 г. до 14,5% от общего отпуска. Это неблагополучное положение обязывает коллектив Уладовской станции повысить качество селекционной работы и занять попрежнему одно из ведущих мест в отпуске лучших сортов для совхозов и колхозов.

Эффективность работы наших селекционных станций и ВНИС значительно снижалась подрывной деятельностью врагов народа, раскрытых органами НКВД, как на разных участках опытной и селекционной работы, так и в Главсахаре. Селекционная же работа на отдельных станциях оказалась в значительной степени разрушенной. Примером этого может служить Веселоподолянская станция, где орудовавшие на протяжении многих лет враги народа направляли все усилия к тому, чтобы не дать Советской стране высокопродуктивных сортов сахарной свеклы. Вредительство на Веселоподолянской станции осуществлялось этими диверсантами по линии создания непригодных исходных материалов, применения методики отбора, усугубляющей процесс вырождения, вследствие узкородственного размножения; по линии сосредоточения селекционной работы на участке с весьма пестрым плодородием почвы, что приводило к запутыванию опытно-селекционной работы с сахарной свеклой. В результате ни один сорт Веселоподолянской станции в сортоиспытаниях 1937 г. не выделился по своей продуктивности и эта станция в 1938 г. не могла отпустить промышленности ни одного сорта свеклы.

Такое положение требует коренной реорганизации всей работы по селекции сахарной свеклы на Веселоподолянской станции, укомплектования

ее проверенными и преданными Партии и Советской власти работниками, способными в максимально короткие сроки по-новому организовать работу и дать для соответствующих районов высокопродуктивные сорта сахарной свеклы.

Задача всех работников ВНИС, селекционных станций и Главсахара заключается в том, чтобы на деле решительно и до конца ликвидировать последствия вредительства в селекционной и семеноводческой работе.

Наиболее крупным недостатком значительного числа наших сортов сахарной свеклы является их цветушность, которая особенно сильно проявляется в отдельные годы на свекловичных плантациях совхозов и колхозов. Нет сомнения в том, что наши селекционные станции, по сравнению с заграничными селекционными фирмами, имеют определенные успехи в создании нецветушных сортов (сорта Льговской и Рамонской станций). Однако, эти успехи ни в коем случае не могут удовлетворить нашу растущую свеклосахарную промышленность. Многочисленные опыты и наблюдения показали, что цветуха значительно снижает урожай сахарной свеклы и сахаристость, а также ухудшает технологические ее качества. В отдельные годы, в частности в 1938 г., в некоторых областях УССР количество цветушных растений в отдельных колхозах и совхозах достигало 10—12% от всего насаждения на плантации. Всю эту цветушную свеклу приходилось убирать отдельно и отдельно перерабатывать, что значительно удорожает все эти работы, кроме этого, из такой цветушной свеклы получается чрезвычайно незначительный выход сахара (высокая паточность, деревянистость корней свеклы, затрудняющая переработку на заводе). По данным лаборатории селекции ВНИС, отрицательное действие цветухи на урожай и качество сахарной свеклы выражалось в опыте следующими величинами:

Таблица 5

Влияние цветушности на урожай и качество сахарной свеклы

Характеристика корней по цветушности	Средний вес корня в граммах	Средний процент сахара	Доброкачественность сока
Нецветушные корни	294	21,8	94,5
Цветушные корни:			
а) корни с цветушными побегами без семян	226	19,0	93,1
б) корни, давшие семена	84	19,0	88,1

Теория стадийного развития растений, разработанная акад. Т. Д. Лысенко, помогла нам вскрыть основные причины стрелкования сахарной свеклы в первый год ее жизни. Эти причины, в основном, заключаются в том, что одни растения сахарной свеклы в определенных условиях внешней среды успевают в первый же год жизни пройти стадию яровизации и световую стадию развития и перейти к плодоношению, другие же не успевают и заканчивают, как правило, свой полный цикл развития во втором году жизни. Особенно влияют на проявление цветушности свеклы условия холодной и продолжительной весны, при повышенной влажности почвы и относительной влажности воздуха. Такие условия содействуют быстрому прохождению стадии яровизации у сахарной свеклы и, как правило, увеличивают степень цветушности у существующих в производстве сортов сахарной свеклы. А между тем, в настоящее время общеизвестно, что одним из основных элементов стахановской агротехники сахарной свеклы является своевременный ранний посев, позволяющий использовать для культуры наличие весенней влаги в почве, удлинить вегетационный период и повысить урожай сахарной свеклы. Кроме того, ряд специально проведенных опытов показал, что условия повышенной агротехники, обеспечивающие получение более высокого урожая, вызы-

вают также и более повышенное проявление цветушности у существующих сортов. Поэтому выведение сортов сахарной свеклы, устойчивых против цветухи, в условиях посева ранней весной и высокого агротехнического фона, является боевой задачей советских селекционеров. Нужно дать нецветушные высокопродуктивные сорта сахарной свеклы, пригодные для стахановских полей.

Эта работа по выведению нецветушных сортов одновременно должна сочетаться с работой по повышению других производственных свойств у сортов свеклы. Важнейшей задачей в этом отношении является создание сортов, устойчивых против разных болезней как во время вегетации, так и при хранении в кагатах. Современное состояние селекционной работы с сахарной свеклой, которая проводится на селекционных станциях Главсахара под руководством ВНИС, свидетельствует о том, что до сих пор работа по выведению высокопродуктивных нецветушных сортов сахарной свеклы, сортов устойчивых против церкоспороза, корнееда и кагатной гнили остается все еще недостаточной. Хотя уже и разработаны методы очищения имеющихся и формируемых сортов свеклы от цветухи (метод длительной яровизации, термоотбор, подзимние посевы), а также метод отбора против кагатной гнили (метод В. Н. Шевченко), все же эта работа в нашей селекционной практике поставлена далеко еще неудовлетворительно. Мы очень медленно развиваем селекционную и научно-исследовательскую работу в этом направлении и поэтому лишь в 1939 г. мы будем иметь, например, первые результаты сортоиспытаний продуктов специального отбора против цветухи.

Причиной отставания селекционной работы в отношении создания высокопродуктивных сортов сахарной свеклы, нецветушных и устойчивых против болезней, является, несомненно, наша неповоротливость в части быстрого и эффективного решения вопросов, которые ставятся непосредственно производством. Наряду с этим нужно сказать, что враги народа, орудовавшие в системе Главсахара, систематически разрушали производственно-техническую базу ВНИС и опытно-селекционных станций Главсахара, в результате чего на ряде станций капитальное оборудование, машины, инвентарь, лабораторное оборудование являются недостаточными и в техническом отношении не удовлетворяют требованиям нашего социалистического производства. Вопросу подготовки кадров селекционеров не уделялось внимания, чем ослаблялась возможность как расширения и улучшения селекционной работы, так и более глубокой научно-исследовательской работы.

Наша задача заключается в том, чтобы полностью ликвидировать последствия вредительства, правильно организовать и направить селекционную работу в системе Главсахара и в ближайшее же время выполнить указания тов. А. И. Микояна—дать нашей стране новые, еще более продуктивные, нецветушные, устойчивые к болезням сорта сахарной свеклы, которые в условиях высокой агротехники наших социалистических полей обеспечат стахановские урожаи свеклы и сахара.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

Акад. Е. Ф. ВОТЧАЛ

ФИЗИОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СВОЙСТВ СВЕКЛЫ (УРОЖАЙНОСТЬ В УСЛОВИЯХ ЗАСУХИ, ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫСОТЫ УРОЖАЕВ)[1]

I. Постановка вопросов

Засуха и урожай

Засуха и засухоустойчивость в их обычной трактовке. Явление засухи принято рассматривать в резких формах проявления основных слагающих ее элементов: недостатка осадков, низкой влажности воздуха и почвы, длительных периодов безоблачности, напряженной прямой инсоляции, безветрия, суховеев и проч. Все это, смотря по степени развития этих угнетающих геофизических условий, приводит к более или менее резко выраженным неурожаям. Последние создают необходимость выработки агротехнических мер борьбы с засухой и выведения засухоустойчивых сортов с. х. растений, которые не давали бы резкого снижения урожаев в засушливые годы.

Типы засухи. Обычно все элементы геофизических явлений, характеризующих засуху, развиваются более или менее одновременно. Тогда она охватывает и среду, и растение всесторонне. Мы говорим тогда о полной засухе.

Но иногда геофизические элементы засухи развиваются неравномерно и на некоторое время охватывают лишь атмосферу или только почву. В этих условиях влияние засухи на растение бывает односторонним. Говорят о засухе атмосферной, соответствующей случаям, когда особенно резко проявляется влияние геофизических факторов атмосферы: низкой относительной влажности воздуха, безоблачности, безветрия или, наоборот, сразу надвигающихся потоков сухого горячего воздуха (так называемые суховеи) и проч. Говорят, далее, о засухе почвенной, наступающей в случаях, когда особенно резко выступает влияние недостатка воды в почве [2].

Общность природы „почвенной" и „атмосферной" засухоустойчивости. Высказываются мнения о необходимости соот-

---

[1] *Данная статья является посмертным изданием работы акад. Е. Ф. Вотчала, подводящей итоги его исследованиям последних лет. Печатается статья без каких-либо существенных изменений. В частности полностью сохранена авторская редакция заключительных положений работы и формулируемых автором выводов, хотя в ряде случаев они не являются вполне законченными и точными. Ред.*

[2] Различают еще „зимнюю почвенную засуху" (Н. А. Максимов, Физиологические основы засухоустойчивости растений, 1926) вечнозеленых растений, когда в листьях последних зимою сильно снижается содержание воды. Вызывается это явление тем, что вследствие низкой температуры холодной, иногда замерзшей почвы, поглощение воды корнями крайне затруднено. Ниже мы увидим случаи сходных страданий и у свеклы. Последнее наступает в холодные и обильные дождями периоды лета. И „зимнюю засуху", и эти последние явления отнести к категории засухи можно, конечно, лишь с большой натяжкой. Их лучше выделить в особый отдел явлений расстройства водного баланса растений.

ветственно этим двум типам засухи различать и два типа засухоустойчивости[1], подобно тому как различают несколько типов ксероморфной организации[2].

В отношении дикорастущих ксерофитов, в связи с крайним разнообразием типов их местообитания, такое мнение является правильным. Но с ним нельзя согласиться, когда речь идет о засухоустойчивости сортов с. х. мезофитов. Последние развиваются в условиях одного и того же типа местообитания. Здесь почвенную и атмосферную засуху нам приходится различать на одном и том же поле. Тут природа засухоустойчивости по составу ее элементов остается одной и той же.

Нельзя, конечно, отождествлять атмосферную засуху с почвенной. Но и нельзя видеть в них аналог различных типов засух в условиях разных экологических типов местообитания. Атмосферная и почвенная засуха представляют собой лишь односторонние видоизменения одной и той же полной засухи одного и того же местообитания растения, лишь два ее частных случая. В одном из них недостаток влаги сказывается гораздо резче в атмосфере, чем в почве. Вследствие этого угнетающее влияние засухи резче обрушивается на надземные органы, чем на подземные. Тогда мы говорим о засухе атмосферной. В других случаях резче выступает влияние сухости почвы при нерезкой выраженности симптомов засухи в атмосфере. Здесь влияние засухи резче обрушивается на подземные органы, и в этом случае мы говорим о почвенной засухе. Когда элементы засухи являются выраженными с одинаковой силой и в надземном и в подземном отделе среды, мы говорим о полной засухе.

Теория почвенной и атмосферной засухи должна, конечно, представлять некоторые особенности, ибо резкая неравномерность в нагрузке подземного и надземного отдела организма свеклы угнетающими влияниями при этих двух видах засух вызывает, несомненно, некоторые особенности во внутренних соотношениях физиологических аппаратов корня, стебля и листьев.

Сущность засухоустойчивости, как увидим ниже, состоит в способности растения стойко сохранять состояние сбалансированности во взаимоотношениях физиологических отправлений листа, стебля и корня. Атмосферная и почвенная засуха будут различно угнетать эти три отдела организма растения. В случае атмосферной засухи, прямое влияние последней в большей мере скажется на функциях листьев—на их транспирации, температуре, дыхании, ассимиляции и проч. В случае же почвенной засухи, влияние последней резко скажется на доставке воды листовому аппарату, на зольном питании и проч., а косвенно, через нарушение водного баланса, и на функциях листьев. Однако состав всех этих явлений, по существу, остается качественно одним и тем же. Здесь речь может итти лишь о количественной стороне явлений.

Засуха в разных районах. В разных географических районах, где наблюдается засуха, последняя достигает различной степени развития.

Наиболее резко выраженной засуха бывает в зоне пустынь типа Каракумов и Кызылкумов Казахстана. Здесь она представляет постоянное явление. Дожди и „сырая погода" в этой зоне редкое исключение. Близки к пустыням в этом отношении и полупустыни Прикаспийской низменности, Астраханского края, Приаральских Каракумов и проч.

В природных условиях во всех этих местностях мы не находим земледелия. Но это не значит, что оно здесь невозможно. В Мессопотамии,—там, где некогда процветала культура Вавилона,—мы видим ныне тоже песчаную пустыню, почти совершенно не населенную. Скудная раститель-

---

[1] Н. А. Максимов. Физиологические основы засухоустойчивости растений, 1926, стр. 377.

[2] Суккуленты, полусуккуленты, эфемеры, полуподземные ксерофиты, склерофиты и пр. Ср. Максимов, цитиров. книга, стр. 258—283.

ность там представлена лишь одними крайними ксерофитами. Между тем, писатели древности называли эту страну „неисчерпаемой житницей" Востока, восхваляли ее обильные виноградники, сады финиковых пальм, беспримерное богатство ее растительности (Ксенофонт, Страбон), говорили о ее равнинах как о „плодороднейших полях всего Востока" (Плиний). В то же время описывались громадные плотины и дамбы, защищавшие страну от разливов Тигра и Евфрата и густая сеть каналов, распределявшая воду этих рек по полям.

Вавилония была как бы Голландией древности. Ее оросительные каналы были занесены песком, плотины прорваны. Цветущая страна превратилась в область песчаных пустынь и болот[1].

Примеры этого рода известны и у нас по оставшимся следам в районе рек азиатского отдела бассейна Каспийского моря.

В культурной зоне засуха уже не имеет характера постоянного элемента погоды и представляет собой лишь тяжелое временное явление. Здесь она лишь с большим или меньшим постоянством и силою нарушает нормальный ход развития посевов.

В СССР сильно засушливые районы охватывают как раз области наиболее плодородных почв (Поволжье, юг УССР, некоторые районы Северного Кавказа, Казахстан)[2]. В последних двух расположены и главные новые районы свеклосеяния.

К северу, в местностях, лежащих за линией Чернигов—Орел—Тула—Горький, интенсивность и частота появления засух ослабевают.

Но вопрос о засухах не теряет своей практической актуальности даже в странах с влажным приморским климатом, например в Англии и даже в таких обильных влагою странах как Голландия. Здесь в последние годы, при работах по осушению Зойдерзее, запроектировано также и использование воды пресного озера Айсельмеер с целью орошения полей[3].

„Сухие" и „влажные" годы. Наряду с типичными случаями засух, заслуживают внимания и случаи, когда о засухе формально не говорят. И в незасушливые годы бывают периоды, когда речь может итти лишь о несколько меньшем обычного количестве осадков, о необычно длительной, мало нарушаемой облаками прямой инсоляции.

Неурожай и устойчивость урожаев. Засухи ведут к неурожаям, борьба с которыми проводится мерами орошения, выбором сроков посева, селекцией засухостойчивых сортов и т. п. Но существует другое явление, имеющее также очень актуальное значение.

Общеизвестны колебания высоты урожаев в отдельные годы, которые по их метеорологической характеристике нельзя назвать засушливыми.

Происхождение этих колебаний остается до сих пор невыясненным, между тем, они имеют важное хозяйственное значение. Вопрос о причинах этого явления часто был предметом обсуждения на совещаниях производственников не только в нашей стране, с ее континентальным климатом, но и во Франции, Чехословакии[4] и в других странах с более влажным климатом.

Все это выдвигает вопрос уже не о неурожаях, а об устойчивости высоты урожаев, о сортах, дающих малые величины колебаний высоты урожаев по отдельным годам.

Наши исследования, как увидим ниже, показывают общность основной природы тех явлений, с которыми мы имеем дело на поле при засухе, с тем, что мы там наблюдаем в знойные часы летних дней любого формально не засушливого лета. В эти моменты в организме свеклы раз-

[1] Delitsch. Im Lande des einctigen Paradiser. Berlin, 1903. S. 5—8.
[2] См. И. В. Якушкин. Засуха, „Энц. сл. бр. Гранат", т. 20, стр. 626—628
[3] Штильмарк. Осушение моря, ОГИЗ, 1932, стр. 36.
[4] Ср. напр., дебаты во Французской Ассоциации инженеров сахарной промышленности о причинах различия в урожаях свеклы в 1911 и 1912 гг. (Bulletin de l'Association chim. Sucr, et Destill, 1911, 1912).

виваются те же особенности физиологических процессов, что и при засухе,— только в их начальных, слабых стадиях развития, без дальнейших тяжелых симптомов.

Это тесно увязывает вопросы засухоустойчивости сорта с вопросами общей устойчивости высоты его урожаев[1].

Время наступления засух и фазы развития растений. У засух есть еще один момент, имеющий очень важное значение: время их наступления и его соотношение с временем наступления отдельных фаз развития растения. Различают весенние засухи, вредящие озимым хлебам и посевам яровых; засухи разных частей лета, угрожающие хлебам в разные критические периоды их развития—период цветения, налива; засухи осени, мешающие посеву озимых, и проч. Все это заставляет физиолога при изучении полевых явлений учитывать не только закономерности в ходе отдельных физиологических процессов и их комплекса, но и внутреннюю ритмику этого физиологического комплекса. Последняя находится в тесной связи с последовательными изменениями в анатомическом строении и в функциях организма, неизбежно возникающими при смене фаз его развития. Практическим выводом из этой ритмики является выведение скороспелых рас, которые успевали бы закончить опасную фазу развития до срока возможного наступления угрожающей засухи. Та же цель ставится при выборе срока применения целого ряда агротехнических мероприятий.

Засуха и устойчивость урожаев свеклы

Для растений с коротким, охватывающим лишь часть сезона, циклом развития, образующих небольшое число листьев,—каковы, например, злаки,—засуха является тем, что может чрезвычайно пагубно отразиться на их урожае. У свеклы отношение к засухе складывается иначе. Растение это двухлетнее, развитие его в течение первого года не ограничено. Весь сезон свекла образует все новые и новые листья. Засуха может повредить работе того или другого количества листьев, развитие которых совпало со временем ее действия, но прервать совсем накопление урожая у свеклы засуха не может. Листья, развившиеся по миновании острого периода зноя и сухости, будут продолжать работу по накоплению сухого вещества. Влияние засухи здесь скажется в некотором снижении высоты урожая, соответствующем по величине длительности засухи.

Наука и запросы к ней производства в отношении засухи

Физиологическая наука должна дать производству в области засухоустойчивости следующее.

Борьба с засухой ставит перед физиологией ряд самых актуальных вопросов по линии творческих заданий селекции и агротехники. При их выполнении необходима прежде всего ясность в понимании того, что происходит на поле с посевами при засухе, и в особенности тех слабых сторон производства, которые подлежат переделке. Необходимо теоретическое обоснование организованных воздействий на естественный порядок вещей.

Селекционеру физиология должна выяснить сущность тех физиологических особенностей сахарной свеклы, которые он должен искать или избегать в своем материале при отборе на повышение урожайности сорта и ее устойчивости в условиях засушливого климата. Успешно работать над созданием сорта можно лишь опираясь на отчетливое знание того, каким должно быть растение, создать которое мы должны.

---

[1] Их, конечно, в деталях нельзя отождествлять, как нельзя отождествлять тяжелую форму заболевания с его легкими формами.

Однако одним этим физиология ограничиться не может. Работая в тесной увязке с производственной практикой, наука должна найти и указать селекционеру легко доступные для наблюдения внешние признаки засухоустойчивости.

Наука должна выработать для производства простые, применимые для массовой работы методы, которые могли бы помочь найти на поле и отобрать экземпляры, обладающие ценными свойствами, и отбраковать экземпляры, не имеющие этих свойств.

Физиолог, работая в тесной увязке с агротехниками, должен дать последним указание, где, когда и в каком направлении требуется активное вмешательство в динамику полевых процессов в целях борьбы с засухой. Наука должна дать и простые научно-обоснованные, доступные для массового применения на поле, диагностические признаки и приемы, которые позволили бы свекловоду легко определить время и место необходимого организованного воздействия на естественный ход явлений (поливки и проч.).

Является также необходимым внесение физиологических дополнений к имеющимся расовым характеристикам при инвентаризации наличных сортов с. х. растений.

II. Литературные данные

Ответы экологии, анатомии, физиологии и агрофизиологии[1]

Экология. Сложные процессы, наблюдаемые на полевых посевах в период засухи, до самого последнего времени не входили в состав исследований физиологии. Все эти явления имеют хозяйственное значение. Ввиду этого изучение их относилось к области агрономических наук. С другой стороны, исследование комплексных жизненных явлений, наблюдаемых в природной обстановке, вообще не входило в круг работ физиологов по чисто методологическим основаниям. Физиология имела своей задачей анализ сложных жизненных явлений и изучение законов отдельных физиологических процессов, составляющих сложный комплекс природных явлений. Истолкование последнего в целом ожидалось лишь позднее, на основе знания этих законов. Произвести эту работу предоставлялось тем, кто непосредственно заинтересован в понимании комплексных явлений производства и природы.

Над изучением комплексных явлений поля много и успешно работали агрономы. Но, в полном согласии с их инженерными заданиями, все их работы имели чисто практические установки.

Иначе обстояло дело в области изучения природных растительных формаций ботаниками—географами-экологами. Здесь не было инженерных заданий. Одной из основных тем экологии издавна была биология растений пустынь, степей, скал и прочих сухих местообитаний. В этом направлении быстро создалась обширная литература.

В конце XIX столетия резкие неурожаи и необходимость освоения сухих пространств четко выдвинули и у нас, и в США запросы на конкретную помощь теории в ориентировке среди полевых явлений засухи и в проектировании мер борьбы с нею.

В ответ на эти запросы ботаники могли сказать только то, что давало им экологическое изучение ксерофитизма растений пустынь, степей и проч. Быстро установилась параллелизация явлений полевой засухи с

---

[1] Даю здесь сводку основных данных литературы в критическом освещении с точки зрения моего подхода к рассматриваемым явлениям, охарактеризованного ниже.

Подробную сводку рассматриваемой литературы в освещении ботаника-эколога см. в книге Н. А. Максимова, Физиологические основы засухоустойчивости растений, 1926.

Тот же ботанический характер имеет и более ранний обзор литературы, данный проф. А. А. Ивановым в его работе „Современное состояние вопроса о засухоустойчивости растений", „Труды по прикл. ботан.", секция 13 (1922—1923), вып. 1, Ленинград, 1923.

условиями развития ксерофитов. Засухоустойчивость была признана имеющей одинаковую природу с ксерофитизмом и с ксероморфностью экологии.

Все эти взгляды сохранились у многих ученых и поныне. И сейчас к картине поля при засухе ботаники часто подходят, как к частному случаю явлений ксерофитизма. В связи с этим все вопросы теории полевых явлений вообще относят к области экологии. По мнению Б. А. Келлера, „агроном-растениевод является по существу экологом-практиком"; цель его работ—„пригнать друг к другу среду и растение" [1].

Перенесение вопросов хозяйственной засухи в область экологии было связано не только с теоретическими взглядами на характер полевых явлений. Оно предопределило и всю методологию работ по изучению этих явлений. В связи с этим установились и взгляды на необходимость применения упрощенных методов экскурсионного типа, применяемого в экологии [2].

Экологический подход к полевым явлениям четко определил направление всех работ по изучению как строения, так и физиологии засухоустойчивых с. х. растений.

Анатомия. Искание особенностей анатомического строения, повышающих засухоустойчивость с. х. растений, было тем, к чему прежде всего обратилась мысль ботаников, когда они заинтересовались этими вопросами. Соответственно охарактеризованному выше экологическому направлению исследования, ботаники стали искать признаки ксероморфности у с. х. растений.

Такое задание ботаников в этой области впервые сформулировал у нас К. А. Тимирязев в своей, ставшей исторической, лекции „Борьба растений с засухой". Его статья под тем же заглавием, явившаяся откликом на тяжелый неурожай 1891 г., давала сводку данных по экологической анатомии ксерофитов и излагала программу работ по отысканию этих признаков засухоустойчивости у с. х. растений.

Статья эта положила у нас основание целому направлению анатомических работ в области изучения с. х. мезофитов. К. А. Тимирязев, как физиолог, всегда указывал на необходимость экспериментального обоснования признания защитности тех или иных черт строения. Но обычно это не делалось. Защитность этих структур принималась по очевидности, на основании факта их наличия у растений сухих местообитаний. Обычно исследования шли в традиционном для физиологической анатомии, чисто морфологическом направлении. Работы эти велись обособленно, без какой-либо увязки с физиологическим изучением объектов.

Физиология. Согласно тем же экологическим установкам планируются до сих пор и физиологические работы в рассматриваемой области. Здесь до самого последнего времени исследования идут почти исключительно в пределах одного водного баланса. Урожай здесь не занимает того ведущего положения, какое принадлежит ему в установках производства. Основа урожая—процесс накопления сухого вещества—изучается (и то не всегда) лишь в статическом разрезе его конечных результатов.

Агрофизиология. Агрофизиологи, работающие в рассматриваемом направлении, в общем, ставят свои исследования по типу физиологических исследований. Но они вносят сюда большую увязку с проблемами сортоведения. В связи с этим они широко пользуются методом корреляции и методом больших чисел, столь чуждых (по сути ее заданий) физиологии.

---

[1] Журнал „Советская Ботаника", изд. Бот. Инст. Акад. Наук СССР, 1933, № 2, стр. 8.

[2] К. А. Тимирязев. Земледелие и физиология растений. „Сборник общедоступных лекций", М., 1906, стр. 125—188.

Что дали эти направления работ свекловодству?

А. Причины засухоустойчивости

1. Строение

Отсутствие ксероморфных структур у свеклы. Исходя из чисто экологических установок в вопросах засухоустойчивости, исследователи прежде всего стали искать у с. х. растений какие-либо ксероморфные структуры, свойственные растениям ксерофитного типа. Поиски эти и у свеклы, и у злаков закончились неудачей. Ни одного из „приспособлений", помогающих растению „бороться с засухой",—ни сильного развития волосков на эпидермисе, ни погруженных устьиц, ни массового развития кутикулы или воскового налета и проч.—ни у свеклы, ни у пшеницы найдено не было [1].

Мелкоклетность. В результате этих поисков В. В. Колкуновым найден был (1901—1903) новый признак засухоустойчивости: мелкоклетность сортов злаков (и свеклы)[2]. Эта особенность строения оказалась связанной [3] с пониженным расходованием воды и с меньшей требовательностью во влажности почвы. Признак этот оказался наследственным [4].

Эта структурная особенность, как и все остальные, подвержена фенотипическим изменениям, клетки мельчают в сухие годы и достигают бо́льших размеров во влажные годы. Это выяснено прямыми опытами. Указанные изменения вполне закономерны и не противоречат вышеотмеченному правилу.

Широкое распространение этого признака для дикорастущих ксерофитов ясно вытекает из исследований В. Р. Зеленского (1904) [5]. Характерность величины клеток как генотипического признака ярче всего доказывается бактериологией, где он входит как одно из оснований определения бактерий. Цитологические признаки в настоящее время кладутся в основу теоретических соображений генетики. Все это вместе взятое заставляет придавать рассматриваемому признаку вообще большое значение.

Но есть и еще одно основание для такой оценки малой величины клеток у свеклы. Признак этот оказался четко увязанным не только с засухоустойчивостью, но и с сахаристостью [6], т. е. как раз с теми двумя свойствами, совмещение которых при селекции свеклы имеет большое хозяйственное значение.

Сахаристость свеклы возрастает с уменьшением величины клеток. Это имеет место, однако, лишь до известного предела. С дальнейшим измельчением клеток содержание сахара снижается [7].

---

[1] Первый доклад о работе В. В. Колкунова в Киевском О-ве Естествоиспытателей (Анатомо-физиологическое исследование степени ксерофильности некоторых злаков, протоколы О-ва Е. за 1903 г.). Ср. его диссертацию „К вопросу о выработке выносливых к засухам рас культурных растений", ч. 1, „Злаки", „Изв. К. П. И." 1905 г.; часть II, „Свекла", таж же, 1907 г.

Многие из классических признаков ксерофильности вскоре оказались не верными. Таков, например, восковой налет, связанный с выделениями листьев; таково свертывание листьев, оказавшееся связанным не с засухоустойчивостью, а с страданиями от засухи.

[2] В. В. Колкунов, вышеуказанные работы. Тот же признак был недавно снова открыт итальянским ученым проф. Драгетти (1926 г.).

[3] По крайней мере, в известных условиях и границах.

[4] В. В. Колкунов. Протокол заседаний и годовой отчет „Кружка любителей естествознания, сельского хозяйства и лесоводства при Ново-Александрийском с. х. институте" за 1909 г.; проф. Колкунов В., О наследственной передаче величины клеток, „Труды Научного Института Селекции", т. IV, 1929, Киев. Наследственность величины клеток подтверждена О. В. Якушкиной и Н. И. Вавиловым в „Журн. оп. агрономии", т. XIII, 1912, стр. 830—861 и Dr. Alois Tavcar'ом—Zeitschr. f. Pflanzenzüchtung. B. III. Доклады на V Internat. Kongress für Vererbüngswissenschaft, 1927 г.

[5] В. Р. Зеленский. Материалы колич. анатомии листьев (автор на этом вопросе останавливается только вскользь в заключительных словах книги, стр. 204).

[6] Подробно о сахаристости я говорю во второй части данной работы.

[7] Kolkunow, Zeitsch. f. Pfl. Züchtüng XV. 1930, ср. таблицу на стр. 91.

Увязка этого признака с энергией накопления сухого вещества урожая имеет очень важное значение. В. В. Колкунов нашел здесь совершенно определенную закономерность для пшеницы. В условиях обилия влаги в почве урожай растет с увеличением величины клеток. В этих условиях мелкоклетные формы оказываются менее урожайными, чем крупноклетные. При меньшем содержании воды в почве более крупноклетные формы дают более низкие урожаи, чем более мелкоклетные. Наконец, при крайней бедности воды в почве относительно наиболее урожайными оказываются самые мелкоклетные формы. Однако абсолютная величина урожая при этой низкой влажности оказывается также резко сниженной, хотя все же в меньшей степени, чем у форм крупноклетных.

Все вышеприведенное свидетельствует о достаточно ясных закономерностях, управляющих рассматриваемым признаком, и о его широком охвате. Закономерности эти ясно говорят о его сложности и о полной невозможности той его упрощенной первоначальной трактовки („чем мелкоклетнее, тем лучше для засухоустойчивости"), в которой о нем до сих пор нередко говорят.

Признак этот может иметь значение лишь в сочетании с комплексом других признаков [1].

Сильное развитие сосудистой системы. Очень важным и распространенным признаком, развитие которого идет параллельно с засухоустойчивостью растений, является общая длина жилок листа и густота сетки их мельчайших разветвлений. Это положение было проработано на обширном материале В. Р. Зеленским (1904) [2].

Согласно общим экологическим установкам того времени объекты были взяты из разных семейств; заключения о засухоустойчивости подкреплялись не экспериментами, а данными ботанической географии относительно характера местопроизрастания ксерофитов, мезофитов и гигрофитов.

Позднее то же положение было проработано, уже в свете более новых установок систематики, Б. А. Келлером и его учениками [3]. В проработку брались виды одного и того же рода, т. е. материал более близкий, чем материал, с которым работал В. Р. Зеленский. Таким образом, разнообразие организации растений, принадлежавших к разным семействам, здесь исключалось.

Проработаны были экологические ряды рода Veronica (1926), Ranunculus, Stachys и Betula (1927). Прорабатывались и представители одного и того же вида, взятые из разных почв (1927). Положение Зеленского о высокой общей длине жилок у листьев ксерофитов, в общем, было подтверждено.

Позднее найдены были и исключения из этого правила. При исследовании такого засухоустойчивого растения, как люцерна, было найдено, что жилкование ее листьев, вопреки всем ожиданиям, оказалось слабее развитым, чем у типичного мезофита—культурного клевера. При ближайшем же исследовании было установлено, что сосудистая система стебля люцерны несравненно более мощная, чем сосудистая система в стебле клевера [4].

---

[1] Мелкоклетность была одним из признаков, по которым Желткевичем был отобран исходный материал, послуживший для создания известного сорта „Украинки" („Труды Мироновской селекционной станции" монография И. М. Еремеева, стр. 12, Киев, 1928). Мелкоклетными оказались и известные сорта Одесской селекстанции—„Кооператорка", „Земка" и „Степнячка"), Н. И. Орловский, „Труды Института селекции" т. II, 1928 г.

[2] В. Р. Зеленский. Материалы количественной анатомии и пр. „Изв. К. П. И." 1904. Ср Максимов Н. А., Бадриева и Симонова. Работы физиологической лаборатории Тифлисского Ботан. сада, вып. I, работы 1914—1916. Тифлис, 1917.

[3] „Труды ботанической опытной станции имени проф. Келлера", Воронеж, 1926, стр. 90,—ст. Б. А. Келлера и стр. 35—ст. Проскорякова с сотрудниками.

[4] Желткевич. „Журн. оп. агрономии", 1913, кн. 3.

Развитие корневой системы. На важность, для достижения засухоустойчивости растения, развития у него мощной корневой системы указывали еще давно, со времени работ Дегерена и Макена (1876) и известных обширных исследований русских исследователей—Ротмистрова, Ю. Ю. Соколовского, Модестова, Ярошевского (1932) и Neaver'a (1919—1922) и др. в США. Остается, однако, совершенно неразработанным вопрос о различиях в степени развития не только всей корневой системы, но самого главного—ее поглотительного аппарата, ее корневых волосков у с. х. растений различных культур и сортов.

Утилитарные признаки экстерьера. Производственная селекция свеклы пользуется рядом утилитарных признаков экстерьера, основанных на эмпирических корреляциях [1]. В производственной селекции до сих пор было принято искать корреляции ценных утилитарных свойств свеклы с тем или другим признаком экстерьера, взятым в отдельности. Прием этот, в общем, давал мало. Производственная селекция говорит об этом часто. Так ли это по существу дела и в чем тут может помочь физиология, на этом вопросе я остановлюсь ниже. Для меня не подлежит сомнению, что углубленное изучение подмеченных практикой корреляций может в ряде случаев оказаться источником ценных диагностических признаков. Здесь необходима лишь тесная увязка с физиологическим и физиолого-анатомическим анализами экстерьера.

2. *Физиология и агрофизиология*

Расходование воды. Транспирационные коэфициенты. Первое время главное внимание физиологов, работавших над изучением засухоустойчивости, сосредоточивалось на вопросах расходования воды растением. Считалось очевидным, что там, где воды мало, основным свойством ксерофитизма и засухоустойчивости должно быть ее пониженное расходование на испарение. На транспирацию смотрели как на „неизбежное физиологическое зло". Основное средство для борьбы с этим злом видели в его уменьшении. В связи с этим большое внимание привлекал к себе „транспирационный коэфициент" Гельригеля [2]. Величина этого коэфициента у одного и того же растения по отдельным годам, в связи с их метеорологическими особенностями, сильно колеблется. Но она различна у разных растений, развивающихся в один и тот же год при одновременном посеве, в одном и том же месте, в совершенно одинаковых условиях.

В этих различиях надеялись найти признак, говорящий о меньшей или большей засухоустойчивости растения.

Для некоторых групп растений, например, для просовидных, эти ожидания подтвердились [3]. Вскоре, однако, выяснилось, что транспирационные коэфициенты далеко не у всех ксерофитов имеют низкие величины. У ряда растений этой группы они могут быть не только не ниже, но даже выше, чем у мезофитов (Бриггс и Шантц—1913—1914) [4], (Максимов и Александров—1914 и др.). По параллельным определениям Бриггса и Шантца сахарную свеклу надо отнести к числу с. х. растений, расходующих воду очень умеренно, что видно из следующих величин транспирационных коэфициентов:

---

[1] Ср. В. В. Колкунов, Значение экстерьера при селекции сахарной свеклы—„Бюллетень ССУ" № 6, 1923, стр. 76; А. З. Архимович, Биология сахарной свеклы, Харьков, 1932, С. Г. Гриньков, Морфологические признаки надземной части свекловичного растения и утилитарные достоинства его, „ борник ССУ № 2/20, Киев, 1927, стр. 3—18.

[2] Beiträge zu d. naturwiss Grundlugen des Ackerbaües. Braunschveig, 1884.

[3] Винер, „Дневник IX Съезда р. е. и в. в 1894", № 7, стр. 23; Шредер, „Сельское хозяйство и лесоводство", 1895, стр. 32. Колкунов, К вопросу о выработке рас, выносливых к засухе, ч. I, 1905.

[4] Briggs a. Schantz, 1914.

просо	293	ярровая рожь	685
кукуруза	368	горох	788
сахарная свекла	397	клевер	797
пшеница	513	люцерна	831
овес	527	костер	1016
картофель	636		

Следует, однако, принять во внимание, что у свеклы в оценку урожая, естественно, входили и надземные органы и корнеплод; а в оценку урожая остальных культур—только надземные органы [1]. Это, конечно, снизило величину транспирационного коэфициента.

Интенсивность испарения. В тесной связи с предыдущими исследованиями стояли прямые учеты интенсивности транспирации листьев. Для некоторых культур (просовидные) положение об экономии в расходовании воды засухоустойчивыми растениями и этим путем было подтверждено прямыми учетами [2]. Но позднее было выяснено, что листья некоторых типических ксерофитов на прямых солнечных лучах испаряют воду сильнее, чем некоторые мезофиты. [3] Наконец, сравнивая испарение воды листьями пшениц, различавшимися по величине клеток, не на рассеянном свете, как это делалось раньше, а на прямых солнечных лучах, В. В. Колкунов нашел, что мелкоклетные пшеницы чистой линии испаряли в этих условиях больше, чем крупноклетные [4]. Таким образом, и этот признак оказался не поддающимся той простой категорической формулировке, какая ему была дана раньше.

В вышеупомянутых исследованиях по жилкованию листьев, проведенных Б. А. Келлером и его сотрудниками, параллельно промерам общей длины жилок велись и учеты испарения соответствующими листьями на солнце (в срезанном состоянии). Установлено, что листья ксерофитов испаряют воду тем интенсивнее, чем сеть их жилок больше [5]. Было найдено, что общая длина жилок на единицу площади листа может служить хорошим мерилом при определении сравнительной интенсивности испарения у растений [6]. Выше мы видели, что в пределах серии видов одного рода, длина жилок тем больше, чем суше их местообитание. Теперь мы видим, что чем суше это местообитание, тем больше растения, принадлежащие к одному роду и имеющие одинаковый тип строения листа, испаряют воды. К этому важному положению мы еще вернемся.

Из всего предыдущего ясно, что положение об экономном расходовании воды, как о свойстве растений, способных развиваться в условиях сухости, не имеет того широкого, общего охвата, какой ему придавали раньше. Экономное расходование воды является лишь одним из способов справляться с условиями высокой сухости; и способ этот связан с определенными специфическими особенностями организации соответствующих растений, например, с наличием в строении их листа особой группировки богатых хлорофилловыми зернами клеток ассимиляционной ткани, окружающих сосудистые пучки в виде венчиков из радиально расположенных рядов клеток [7].

Существует, однако, и другой тип растений, не боящихся засухи и в то же время не экономно, а, наоборот, очень сильно расходующих воду. Этот тип также связан с характерными особенностями организации. Он имеет глубоко идущие в землю корни и сильно развитую ксилему. В то

---

[1] На это обратил внимание уже Н. А. Максимов (цит. выше работа, стр. 302).

[2] В. В. Колкунов, цит. выше работа, 1905.

[3] Н. А. Максимов, Бадриева и Симонова. „Труды Тифлисск. бот. сада" т. 19, стр. 100, 1917.

[4] В. В. Колкунов. „Научно-агрономический журнал" № 9 за 1926 г., стр. 543. Свои первые опыты (1900—1903 гг.) по транспирации В. В. Колкунов вел на рассеянном свете. В этих условиях мелкоклетные испаряли воды меньше, чем крупноклетные.

[5] Б. А. Келлер, „Труды бот. оп. станции", т. I. стр. 35 и 57, Воронеж, 1929.

[6] Там же, стр. 22.

[7] Просовидные—см. В. В. Колкунов, 1903, цит. работа; Александров, „Научно-агрономический журнал", вып. II, 1924, и ж. „Русск. Бот. Общ-ва", т. XI, № 1—2, 1926.

же время он лишен многих из классических ксероморфных структур. Тип этот до сих пор привлекал к себе внимание сравнительно меньше, чем предыдущий.

Суточный ход транспирации. Изучая вопрос засухоустойчивости растений, физиологи исследовали суточный ход испарения, надеясь найти в нем какие-нибудь различия у сортов, отличающихся по степени выносливости к засухе.

Классическая физиология изучила, главным образом, законы зависимости разных функций растения от внешних условий. В связи с этим стали думать, что и суточный ход транспирации должен четко следовать за суточным ходом метеорологических факторов, на основе законов испарения, установленных Dalton'ом и Stefan'ом [1].

Максимов сильно подчеркивал, что внутренние факторы в его опытах сказывались также мало, как и в опытах Бриггса и Шантца. Полный параллелизм между суточным ходом отдачи воды и внешними факторами доказывает, по мнению Максимова, что ход испарения зависит исключительно от этих последних. (С. П. Костычев, Физиология растений, ч. II, 1933, стр. 143).

Но уже давно исследователи встретились с фактами, явно противоречившими таким ожиданиям. Значительные расхождения суточного хода транспирации с суточным ходом основных геофизических факторов констатировали еще Livingston (1906) у растений пустынь и Ильин (1913) у растений степей. Затем Бриггс и Шантц (1916) нашли эти расхождения у пшеницы, овса, сорго, люцерны, амарантуса.

Обобщая свои данные, эти авторы говорят о бо́льшем следовании испарения за ходом атмосферных факторов у ксерофитов, чем у мезофитов, о более раннем наступлении максимума у последних.

И. М. Васильев (1927) изучал этот вопрос в сортовом разрезе у пшеницы. Он нашел, что ее сорта из засушливых мест в суточном ходе транспирации довольно близко следуют за ходом напряжения атмосферных факторов. Пшеницы же из мест более влажных имеют перелом кривых транспирации раньше, чем достигают наибольшего напряжения атмосферные факторы.

У первых максимум даже в очень жаркие дни совпадает с максимумом напряжения атмосферных факторов; у вторых же, как правило, максимум испарения падает на более ранние часы дня. В холодные и пасмурные дни бывает обратное соотношение [2].

Эти отступления от параллелизма с ходом геофизических факторов выражались всегда в крайне резких колебаниях транспирации. Каких-либо закономерностей в них найти не удавалось. Чем меньше были интервалы между взвешиваниями растения, тем непонятнее получался ход кривой транспирации. Лишь при двухчасовых интервалах между взвешиваниями кривая суточного хода транспирации приобретала закономерный ход. Такой порядок и принят ныне в работах по этому вопросу [3].

Происхождение этих загадочных колебаний до сих пор остается экспериментально совершенно не выясненным. Их связывали с особенностями суточного хода игры устьиц (Ильин), вентиляции листа (И. М. Васильев), или каких нибудь ближе не изученных причин (Бриггс и Шантц).

Движение устьиц как регулятор испарения. Исходя из тех же предпосылок о необходимости для растения сокращать потери воды на испарение в условиях засухи, исследователи много работ посвя-

---

[1] Н. А. Максимов. Физиологические основы засухоустойчивости, 1926, стр. 134—135. Максимов писал: „Транспирация растения следует почти пассивно за напряжением атмосферных факторов. Регулирующая деятельность транспирации растением является весьма ограниченной" („Труды Тифлисск. бот. сада", 1917, статьи: „Суточный ход транспирации").

[2] И. М. Васильев. „Труды Северо-Кавказской Ассоциации н.-и. институтов" № 28, 1927, стр. 78—89 и 98.

[3] См. Н. А. Максимов, цит. выше статья.

щали и продолжают посвящать изучению поведения устьиц как регулятора транспирации, предполагая при этом, что у разных растений будут наблюдаться различия в ходе закрытия устьиц в моменты опасности засыхания и в связи с этим надеясь найти здесь признаки засухоустойчивости, так как казалось, что эти признаки должны быть легко доступны для наблюдения. Задача констатировать закрытое или открытое состояние устьиц представлялась несложной.

Изучался суточный ход движений устьиц у разных растений [1]. Изучалось поведение устьиц в условиях зноя и захвата [2], а также устьичный аппарат в разрезе сорта. Проводились исследования зависимости „вентиляции" листа от того, насколько открыты устьица у разных сортов пшениц. Найдено было, что незасухоустойчивые пшеницы регулируют свое испарение устьицами. У растений же засухоустойчивых главную роль при регулировании испарения играют другие факторы (привядание, перемещение воды и изменения проницаемости протоплазмы) [3].

Свекла в рассматриваемом направлении не изучалась.

Не трудно видеть, что все эти работы являются лишь первым этапом в изучении рассматриваемого вопроса: исследованием физиологии самого устьичного аппарата.

Задачу эту нельзя признать разрешенной. Она оказалась гораздо труднее, чем полагали вначале. Методика исследования в этой области, казавшаяся простой, при ее проработке оказалась очень трудной. Трудности эти не преодолены и до сих пор. В получаемых результатах почти всегда не было достаточной четкости. Отнести все их на долю недостатков методики нельзя.

Мы видели, что один и тот же исследователь в одной и той же работе, проводимой одним и тем же методом, приходил к заключениям о различной роли устьиц у разных растений. Допустить различия функций одного и того же аппарата у разных, близких по строению, растений, мне кажется, гораздо труднее, чем просто признать недостаточность наших познаний в области физиологии устьичного аппарата.

Функции устьиц и их связь с остальными функциями организма, очевидно, гораздо сложнее, чем мы думаем. И ритмика движений их не так проста, как мы ее до сих пор себе представляем. Ясно, что изучение ее надо ставить более детально и более всесторонне, отказавшись от предвзятых толкований ее и подойдя к ней, как к чему-то нам еще очень мало известному. Прежде всего необходимо четко выяснить физиологию устьиц во всем ее объеме.

Здесь есть еще одна трудность, которая до сих пор не привлекала к себе должного внимания. Лист одновременно не во всех своих частях ведет себя одинаково. Ниже мы увидим, что конец и края пластинки могут уже начать перегреваться, поблекнуть, в то время как остальные части

---

[1] Loftfield, Carnegie Inst. Publication, 318, 1921. Также работы Жемчужникова (1923—1924), проведенные по методу порометра Дарвина на почвенных культурах в вегетационных сосудах (подсолнечник, кукуруза, сорго). Над методом порометра Дарвина (Darwin F. a. Pertz) (1911) работают до последнего времени (Knight 1915; Lenk 1928) и др. Строят даже саморегистрирующие аппараты (Laidlow a. Knight, 1916 An. of. Bot). Одной из наиболее интересных модификаций порометра я считаю модель Маскелла (1928) Proceed. Royal Society v. 102, p. 488). Но и она не свободна от источников ошибок, проистекающих от возможности сохранения щелей между неровной поверхностью листа и прижимаемым диском порометра.

[2] В. Р. Зеленский и Дорошенко. „Изв. Саратовской опытной станции" т. 1—2, 1921, В. А. Потапов, „Сборник мат. к изучению сельского хозяйства Сибири", 1924, Новониколаевск, Физиологические признаки пшениц-ксерофитов, стр. 35—62; И. М. Васильев, Влияние температуры воздуха на степень раскрытия устьиц, „Труды Северо-Кавказской Ассоциации н.-и. институтов", вып. 7, стр. 63—77; работы Красносельской-Максимовой (1931) и Скворцова (1931).

[3] А. А. Жемчужников и И. М. Васильев. (Та же методика. Исследовались разные сорта пшениц. „Труды Северо-Кавказской Ассоциации н.-и. институтов" № 5, 1926).

ее будут еще долго сохранять свой полный тургор, нормальную температуру и проч.

В настоящее время значение изучения устьиц по линии связи с засухоустойчивостью должно быть признано сильно изменившимся. Сам по себе вопрос о работе устьичного аппарата имеет большое значение. Но для понимания полевых процессов этот отдел физиологии не дает пока четких указаний.

Методика исследования в этой области еще недостаточно проработана и чересчур сложна, чтобы можно было использовать ее в производстве.

Далее, вопрос этот по линии связи с вопросами засухоустойчивости потерял свое прежнее значение. В вышеуказанной категорической форме взгляды на транспирацию, как на неизбежное физиологическое зло, еще более, взгляды на слабость испарения, как на свойство ксерофитизма, как мы видели, должны быть оставлены. Изменились и взгляды на роль игры устьиц при регулировании испарения [1]. Ниже мы увидим, почему для типичных мезофитов в целях развития их в условиях засухи нужно не ослаблять транспирацию в моменты зноя, а, наоборот, усиливать ее.

Поглощение воды. Поглощение воды корнем. Интенсивность всасывания влаги из почвы, несомненно, должна играть большую роль в создании засухоустойчивости. Но вопрос о поглощении воды здесь неотделим от одновременно идущего поглощения растворенных в ней солей. Это очень осложняет все происходящие здесь процессы. Здесь более, чем в каком-либо другом отделе физиологии, необходим одновременный охват нераздельно и растения и почвы. Здесь изучению подлежит не только вопрос о всасывании влаги корнем, но и вопрос об отдаче воды почвой [2]. Последняя ведет себя в этом направлении различно в зависимости от ее качества.

Разработка этих сложных и обширных вопросов едва начата. Пока намечены лишь основные вехи общей картины. Обширные исследования Бриггса и Шантца (1911—1913) и позднейшие исследования других авторов обнаружили большие различия между различными растениями (Кремп, 1913, Шив и Ливиндетон, 1914, Колдуэлл, 1913). Установлены и различия между различными почвами (Уршпрунг и Блум, 1921, Литвинов, 1926, Бахман, 1927). Также установлено, что в рассматриваемых явлениях преобладающее влияние, если не все влияние, как полагают Бриггс и Шантц, принадлежит не столько свойствам растения, сколько свойствам почвы.

Трудности анализа всех этих явлений связаны с малой изученностью физиологии корневого поглощающего аппарата и, еще больше, свойств почвы. Вследствие этого остается неразработанной и теория связи процесса поглощения воды корнем с засухоустойчивостью.

Сортовые различия сахарной свеклы с этой стороны изучались лишь в направлении учета урожая в условиях культуры при разных влажностях почвы и при различной ее засоленности (Н. К. Малюшицкий с его сотрудниками).

---

[1] Lloyd (1908) в результате обстоятельных обследований пришел к заключению, что если устьица и играют роль в регулировании транспирации, то во всяком случае второстепенную. В своих опытах он не нашел связи между шириной устьиц и интенсивностью транспирации. (Carnegie Inct. Washington. Pubb. 82, 1908). Последующие исследователи несколько ослабили категоричность выводов Ллойда, но, в основном, подтвердили его взгляд на второстепенность роли устьиц в регулировании испарения (см. литературу в „Физиологии растений" С. П. Костычева, 1933, стр. 144—146).

[2] Вопрос этот (намеченный еще известным ботаником Ю. Саксом, 1859) был обстоятельно рассмотрен в работе проф. С. М. Богданова (1889), на основании исследований над отнятием почвенной влаги семенами („Киевск. Университет. Изв. ст.", т. 29, кн. 5—8). Позднее Бриггс и Шантц (1910, 1911, 1912 и 1913) и ряд других исследователей посвятили этому вопросу обширные исследования.

Поглощение воды семенами. Оценка силы всасывания воды из окружающей среды привлекла к себе в последние годы особое внимание в практике селекции свеклы в области так называемого „предварительного отбора". В виду трудности изучения этого явления на взрослом растении, в качестве объекта изучения были взяты семена. Выработан был специальный метод определения их способности всасывать воду из сахарных растворов различной крепости.

Вопрос этот до сих пор прорабатывался в чисто прикладном направлении [1]. Теория наблюдаемых явлений и их связи с засухоустойчивостью остается пока совершенно не разработанной. Вся постановка исследований была очень упрощенной и недостаточно критически проработана. Все это исключает возможность сделать какие-либо прочные выводы и лишает работы значения для теории.

Привядание. Привядание как явление опасное. Явление это издавна привлекает к себе внимание селекционеров-свекловодов. К сожалению, свекла в этом направлении остается почти не изученной. В виду важности этого вопроса, я считаю необходимым остановиться на нем подробнее, используя данные, полученные при изучении других растений. Сведения эти не будут относиться к свекле, но они дадут необходимые общие представления о деталях динамики процесса привядания и об общих направлениях расхождения данного признака у разных видов растений.

Явление это до сих пор обычно трактуется в очень упрощенной формулировке. Между тем, при ближайшем исследовании оно оказалось очень сложным. Выяснилось, что разные случаи привядания далеко не однотипны. В то же время все случаи потери тургора листьями и целым растением до сих пор остаются в науке не диференцированными, происходят ли они в знойный день лета или в пасмурный день при сухости почвы, или при так называемой зимней засухе. Все эти разнообразные случаи привядания также и в практике обычно не подразделяются на отдельные типы. Это не может не вносить много неясностей в заключения.

В явлениях привядания до сих пор видят лишь резко выраженные случаи нарушения водного баланса. Привядание принимают за „особое физиологическое состояние" (Caldwell), в которое растение переходит под влиянием больших потерь воды.

Процесс привядания до известного предела обеднения тканей водой является обратимым. При перенесении вялого растения во влажную атмосферу, нормальное состояние листьев может восстановиться. Такое завядание физиологи называют временным.

Считают, что при возвращении к нормальному состоянию дело сводится к возобновлению нормального содержания воды в тканях. Последнее ведет к восстановлению их тургора и к исчезновению признаков привядания [2].

В случаях, когда потери воды переходят известные пределы, наступает „длительное привядание", от которого растение при перенесении во влажную атмосферу уже не оправляется без поливки.

Следует, наконец, различать „необратимое привядание". Оно не исчезает и после поливки, и ведет к отмиранию завядшей части растения.

Ливингстон (1912) различает еще и „начинающееся подсыхание".

Как видим, процесс завядания и восстановления нормального состояния тканей изучался до сих пор в разрезе вопросов физиологии тургора клетки и анабиоза. Найдены были большие различия в этом отношении между разными растениями и их вегетативными и репродуктивными органами. Установлены были большие различия рассматриваемого явления у разных растений: завядание после больших потерь воды (подсолнечник

[1] См., главным образом, работы Венской школы.

[2] Ниже мы увидим, что все эти явления в действительности гораздо сложнее.

50%); завядание с очень малыми потерями воды (гречиха 5%); и наконец, умирание листа от недостатка воды без привядания (болотные растения)[1].

Изучали величину потерь воды, ведущую к отмиранию листьев разных растений, и нашли ее очень различной: от 87% у подсолнечника и 57% у гречихи, до 44% у Impatiens. Какой-либо связи этих различий ни со строением листьев нежных или кожистых, ни с какими-либо другими свойствами растения найдено не было[2].

При изучении поглощения корнями воды из различных почв—выяснилось, что при подсушивании почвы завядание растений сильно зависит от характера почвы (Бриггс и Шантц, 1912)[3]. Это обстоятельство должно иметь большое значение при оценке полевых наблюдений.

Исходя из чисто химических соображений, известный химик M. Berthelot еще в 1901 г. изучил ход постепенного нарастания потерь воды живыми листьями злаков при их высыхании[4]. В последнее время динамика этого процесса изучалась в связи с засухоустойчивостью А. А. Ничипоровичем. Последний исследовал ход потерь воды срезанными листьями при развитии их подвядания (1926)[5] и, обратно, ход востановления тургора завядших листьев (1928)[6].

Привядание как явление защитное. Позднее, в результате исследований над ксерофитами, Н. А. Максимов (1923) пришел к диаметрально противоположному взгляду на завядание. „Обычно—пишет он—завядание рассматривают как патологическое явление, не представляющее особого интереса". На самом же деле это „один из важнейших способов защиты растения от чрезмерной потери воды"[7].

В связи с этим взглядом И. И. Туманов произвел исследование „процесса обезвоживания растений под влиянием почвенной засухи". Целью работы было „выяснение смертельного водного дефицита для растений разной засухоустойчивости". Автор нашел, что „засухоустойчивые формы отличаются от неустойчивых способностью переносить длительное завядание более продолжительное время без значительного повреждения"[8].

С точки зрения экологии ксерофитизма, когда речь идет о выживании вида, это положение, в общем, едва ли можно оспаривать. Но совершенно не так обстоит дело с точки зрения хозяйственных интересов производства, когда засухоустойчивость рассматривается как урожайность при засухе и когда, быть может, целесообразнее было бы говорить о „засухоурожайности", а не о „засухоустойчивости".

Здесь установки экологии и производства резко не совпадают. Здесь нужно не защитное свойство, помогающее выживанию при засухе, а урожай.

Отсюда, однако, не следует, чтобы устойчивость против высыхания сама по себе в данном случае совсем не имела значения. Нельзя только в ней видеть основание для отбора на засухоустойчивость. Ниже к этому вопросу мы вернемся.

Урожай в условиях недостатка воды. Влияние привядания на урожай. Влияние привядания на накопление сухого вещества урожая можно считать в основном уже выясненным. В ряде исследований (И. И. Туманов, 1926[9], П. И. Оселедец, 1933, И. А. Коломиец, 1933—1934[10])

[1] Н. А. Максимов и Красносельская-Максимова. „Труды Ленинградского Общества Естествоиспытателей", т. 53, 1923.

[2] Schöder D. Dissertation. Gottingen, 1909. Uber den Verlauf des Welkensd. Blätter.

[3] Briggs u. Schantz. Flora B. 105. 1912.

[4] Berthelot. C. r. v. 1901.

[5] А. А. Ничипорович, „Журн. оп. агр. Юго-Восток". т. III, вып. I, 1926, Саратов.

[6] А. А. Ничипорович, „Труды с. х. оп. учрежд. Северного Кавказа. Бюллетень № 249", 1928.

[7] Н. А. Максимов. „Журн. оп. агрономии" т. 22, 1923, ср. „Физиологические основы засухоустойчивости", 1926, стр. 252 и 383.

[8] И. И. Туманов. „Труды по прикладной ботанике", т. 16, № 4, 1926.

[9] См. предыд. цитаты.

[10] И. А. Коломиец. „Известия Академии Наук СССР" (Лабиф), 1934.

этот вопрос был проработан вегетационным методом с применением статических учетов урожая. Было констатировано, что недостаток воды в почве и привядание всегда снижают урожай. То же было констатировано и в полевых опытах на Северном Кавказе[1]. Здесь установлено, что в периоды резкой сухости почвы и воздуха и при избытке тепла наблюдается увядание листьев и не только прекращение роста свеклы, но иногда и потери в весе. Наконец, были констатированы явные (в некоторых случаях до 40%) потери сухого вещества в листьях Impatiens parviflura при их длительном завядании (в течение 5 дней)[2].

Оптимальная влажность почвы. Вопрос о влиянии влажности почвы на урожай относится к числу самых старых вопросов, разрабатывавшихся еще основоположниками современной агрофизиологии—Гельригелем, Вольни и другими.

На основании этих исследований остается, в общем, до сих пор принятым, что 60% от полной влагоемкости почвы составляют оптимум почвенной влажности для развития обычных культурных растений в вегетационных сосудах. Дальнейшее повышение влажности почвы ведет к понижению урожая[3].

Однако в этой области, несмотря на долголетнюю ее разработку, нет еще достаточной четкости. Даже в отношении лучше изученных злаков есть голоса за повышение влажности выше 60%. Еще менее ясности в отношении сахарной свеклы. В результате своих обстоятельнейших исследований (1927—1929 гг. и ранее), Н. К. Малюшицкий пришел к заключению, что наилучшей влажностью почвы для сахарной свеклы надо признать 80%[4]. В сортовом разрезе этот вопрос был изучен Н. И. Орловским (1931). В опытах других исследователей (Д. Н. Прянишников[5], Т. Демиденко[6] и др.) оптимум влажности был найден при 60%. Как видим, в этом вопросе еще нет единого мнения.

Укажу, наконец, что в почве важна не только вода, но и воздух. Необходима аэрация почвы. На этом вопросе я остановлюсь ниже подробнее.

Снижение урожая от сухости почвы. Разрабатывался вопрос и о степени снижения урожая под влиянием снижения почвенной влажности. Было показано, что при низкой влажности почвы просо, как более засухоустойчивое растение, в меньшей степени снижает урожай, чем менее засухоустойчивая пшеница[7].

По отношению к сахарной свекле Т. Демиденко констатировал, что последняя, по сравнению со злаками, более устойчива как к недостатку воды, так и к избытку ее[8]. Недавно А. Курсановым и его сотрудниками подробно изучено влияние влажности почвы на химический состав сахарной свеклы.

Динамика создания урожая. Во всех рассмотренных работах урожай учитывался в статическом разрезе конечных результатов процессов, обусловливающих накопление сухого вещества урожая. Очень часто динамика накопления урожая учитывалась приемами практического характера („пробные снопы" и др.). В последнее время вопрос этот привлек к себе особенное внимание в связи с прогнозом урожая. Этой теме в

---

[1] „Новые районы свеклосеяния" т. I, М. 1934; статья П. В. Карпенко, стр. 122, 125, 132; ср. кривые на стр. 127.

[2] Максимов и Красносельская-Максимова. „Труды Ленинградского О-ва Естествоиспытателей", т. 53, 1923.

[3] H. Hellriegel. Beiträge Züd. naturwissenschaftl. Grundeugen des Ackerbaues, 1883.

[4] „Труды ЦИНС", Москва, 1929. Таковы же данные, полученные в лаборатории земледелия В. И. З. Х. в Саратове. Отчет за 1930 г.

[5] Д. Н. Прянишников. Частное земледелие, 8-ое изд. 1931.

[6] „Известия Тимирязевской с. х. академии, кн. 2, 1928.

[7] Колкунов, „Изв. К. П. И.", 1903, от. агр.

[8] Т. Демиденко, цит. выше статья.

области изучения свеклы посвящены обширные многолетние исследования ВНИС.

Физиологические предпосылки урожая и неурожая, иначе говоря, ближайший анализ процессов, обусловливающих накопление урожая до той или другой высоты, до недавнего времени как-то мало интересовал агрономов[1] и оставался не затронутым экспериментальной обработкой.

Над этим вопросом мы работаем начиная с 1925 г. по линии лаборатории физиологии ВНИС, поэтому к этой теме мы обратимся ниже.

3. Характеристика сортов со стороны их физиологических свойств

В последнее время привлек к себе внимание вопрос о характеристике сортов со стороны их физиологических свойств. Проработка этих характеристик ведется в двух направлениях.

В последние годы появляются работы, ставящие своей задачей дать серию измерений „силы" того или другого физиологического процесса, или отношения к тому или другому фактору у ряда сортов того или другого с. х. растения.

Конечной теоретической задачей всей суммы таких работ ставится составление „полной физиологической характеристики видов и рас растений, выраженной в числах" (В. Н. Любименко, 1928). Эта характеристика должна составить „физиологический диагноз вида или расы, который можно будет поставить в параллель с морфологическим диагнозом"[2].

Разрешение этой проблемы даст, конечно, интересные результаты Но ждать этого придется очень долго. Аналогично этому проекту давно были запроектированы биохимические системы растений (Рохледер, 1840; Визнер, 1890; Молиш, 1928; Л. Н. Иванов, 1930 и др.). Но и через 95 лет мы не имеем этой, более простой по методике и заданиям, биохимической системы растений. Работают в этом направлении многие, ибо биохимия связана не только с вопросами теории, но и с рядом процессов химической технологии. Мы имеем здесь ряд ценных обобщений теоретического значения; но биохимической системы растений, хотя бы и в первом наброске, мы до сих пор не имеем.

Сортоведение предъявляет к таким работам очень сложные требования. Сорт, как известно, представляет собой изменчивую по составу популяцию, состоящую из особей различных и по морфологии и по физиологической конструкции. Для характеристики сортовой популяции селекционеры требуют изучения самое меньшее 30—40 экземпляров, а это влечет за собой необходимость 30—40-кратного повторения для каждого измерения, по каждому процессу. Наконец, необходимо доказательство, что то или другое свойство сорта является наследственным, не фенотипическим. Для этого нужны исследования не одного года, а ряда лет. Не трудно видеть, насколько все эти требования осложняют выполнение программы.

В последнее время основной задачей является не инвентаризация сортов, а создание новых лучших сортов. Помощь физиолога нужна в освещении творческой работы селекционера, а не в описании старого, часто отживающего.

Чтобы удовлетворить запросы производства, Госсортосеть дает сводки всех имеющихся сведений, и научных и хозяйственных, касающихся налич-

---

[1] Нельзя не отметить, что в кругах практиков до сих пор еще не исчезли неясности в оценке значения листа и корня в определении урожая сахарной свеклы. Отголоски старых сомнений в этом направлении можно найти в ряде томов журнала „Bulletin de l'Association des chimistes de Sucrerie et de distillerie". Не прекратились и у нас поныне споры о том, следует ли отбирать по корню или по листу.

[2] Предисловие к работе А. А. Кузьменко, „Известия Главного ботанического сада", 1928, т. 27, стр. 387—389.

ных сортов. Сведения эти, естественно, также неполны, в некоторых случаях сбивчивы.

Что касается сахарной свеклы, то здесь уже давно введено прямое испытание сортов на местах.

Б. Практические приемы распознавания засухоустойчивости, исходившие из этих данных теории

Все предыдущие исследования физиологов, анатомов и агрофизиологов, ставили себе задачей так или иначе объяснить причины засухоустойчивости и указать те свойства, которые селекционер должен искать в материале, подвергаемом отбору.

Практика требовала, однако, прямых указаний, как найти среди сортовых популяций экземпляры, отличающиеся особой засухоустойчивостью. Сначала практика сама старалась отыскать пути для своих исканий, исходя из данных своего опыта. В последние годы производство стало требовать необходимых для него практических указаний от теоретиков.

Когда появились указания на мелкоклетность, как признак засухоустойчивости, производственники начали проверку этих указаний на массовом материале отбора злаков. Результаты не удовлетворили практику. Отобранные по одному этому признаку сорта пшениц оказались недостаточно урожайными [1]. Когда же этот признак засухоустойчивости был взят в состав комплекса признаков, связанных с урожайностью, он оказался полезным [2]. Полезным этот признак оказался в составе комплекса признаков, по которым велась селекция свеклы В. В. Колкуновым.

Из указаний теории по линии физиологии применение в практической работе нашли пока немногие. Это явление понятно. То, что указывала до сих пор теория, требовало сложных физиологических исследований.

Основываясь на имеющихся незаконченных данных анализа процессов всасывания, практика ввела в предварительный отбор испытания на „сосущую силу". О них мы говорили выше.

Исходя из общих физиологических соображений о значении энергии роста при создании урожая, предварительный отбор выработал испытание на „ростовую силу" посевного материала.

В последнее время стало применяться вышеописанное испытание семенного материала на способность растений выносить длительное завядание. Выработана была специальная методика (И. И. Туманов и др.).

Были и некоторые другие испытания, но все-таки они пока не дали четких положительных результатов.

Недавно предложен ряд прямых испытаний сортов на засухоустойчивость в специальных искусственных установках лабораторного или полулабораторного типа.

Сюда относятся применяемые в физиологической лаборатории ВИР в Ленинграде, и затем, в Селекционном Институте в Одессе „суховейники" и полевые „засушники".

При увязке теории с практикой эти установки могут быть полезны не только в области чисто научного исследования (суховейники), но и в полупроизводственной стадии опыта. Последняя необходима для перехода от теории к полевому испытанию.

Итоги рассмотренных работ

В области науки все рассмотренные работы дали ряд ценных результатов, прежде всего, для тех специальных дисциплин, представителями которых они проводились.

---

[1] Заключение самого В. В. Колкунова.

[2] Работа Желткевича по отбору „Украинки".

Экологи работали над свойствами растений, обеспечивающими их выживание в условиях засухи. В этом направлении достигнуто очень многое. Вопрос, в основном, уже можно считать достаточно выясненным.

Внимание физиологов было сосредоточено на изучении отдельных процессов, входящих в состав водного баланса, и их течении у разных растений. Внимание исследователей привлекала к себе и характеристика самих растений с физиологической стороны. В этом направлении получены ценные данные. Но ни один из затронутых вопросов при этом не получил законченной обработки. Сами по себе вопросы были сложны и трудны. Они затрагивались попутно при разработке экологических тем. Исследования эти могли, однако, только ставить ряд вопросов для теоретических разработок, но не решать их. Для их углубленного теоретического анализа упрощенная методика, допускаемая условиями и общепринятым типом работ экологической физиологии, была недостаточна. Нужна была более тонкая методика строгого опыта типа исследований классической физиологии. Вопросы эти сами по себе требовали предварительного теоретического анализа, создания своей действительной теории. Лишь после того мы могли получить возможность ориентироваться в сложных явлениях природы.

Но если мы обратимся к тем запросам производства, о которых речь шла выше, мы найдем для них лишь косвенные, интересные для физиолога, но далеко не удовлетворяющие производство, данные и соображения.

Прямых ответов на вопросы практики мы не найдем. Всего более это относится к свекле. Особенности ее организации (большие листья, не подходящие к обычной лабораторной аппаратуре) и особенности отношений свеклы к засухе привлекали к этому растению мало внимания.

Основные вопросы производства: количественные и качественные показатели урожаев и меры вмешательства в динамику полевых процессов,—в физиологических работах, по самому существу их общепринятых установок, не могли найти прямых ответов. Все эти хозяйственные вопросы, по традиции, до сих пор выходили за пределы вопросов, обычно разрабатываемых физиологами. С другой стороны, основной вопрос, привлекавший внимание физиологов,—жизненная проблема дикорастущего ксерофита (выживание в природных условиях при засухе),—не входит в круг интересов производства. Хозяйству нужен урожай. Оно сознательно идет на создание форм, способных выживать лишь в искусственных условиях поля. Все естественное на поле для него является только пока еще не ликвидированным остатком первобытного земледелия.

Сближать ценное для выживания с ценным для урожайности нужно очень осторожно. По существу, ксерофитизм далек от интересов хозяйства. Вся организация ксерофитов и все их конституциональные, физиологические свойства связаны не с урожаем, а с выживанием в условиях постоянной засухи. Развиваются ксерофиты в подавляющем большинстве случаев в состоянии угнетенности. На наших полях мы должны не столько искать ксероморфных свойств и структур, сколько опасаться, чтобы последние не привели нас к жалким „ксерофитным“ урожаям.

Нам не нужны засуховыносливые растения, спасающие свою жизнь при засухе на поле через переход в угнетенное состояние привядания, подобно ксерофитам пустыни. Нам нужны такие (пока еще не созданные) расы свеклы, которые сохраняют и при засухе свою работоспособность, а также дают высокие урожаи в условиях спорадических, далеко не постоянных засух.

Нам нужно итти вообще к ликвидации засух агротехническими мерами, как давно покончило с засухами „примитивное“ хозяйство местностей исконного поливного земледелия. Мы должны создать необходимые нам растения и узнать, как помогать им создавать высокие урожаи, не выходя за пределы хозяйственного расчета.

В области теории нам необходимо найти ответ на центральный вопрос засухи, на который пока нет никакого ответа и который, мало того, до сих пор остается не поставленным—вопрос о сущности связи расходования воды с работой листа по созданию органического вещества. Физиология говорит нам, что „испарение и ассимиляция CO_2 не стоят между собою в причинной связи“ [1]. Производство говорит о чем-то обратном, бросающемся в глаза на поле.

III. Экспериментальная часть

Общие вопросы нового направления физиологического исследования

Полевые производственные явления выдвигают вопросы, новые для обычных путей движения исследовательской мысли физиологии.

Идя навстречу запросам практики, физиологи уделяют ныне много внимания темам засухи и засухоустойчивости. Но, как мы только что видели, направление этих исследований сохраняет чисто ботанический характер, чуждый путям производственной практики и ее хозяйственным установкам. Согласно основному правилу методики физиологического анализа, в этих работах все сложные явления засухи изучались не в целом, а в их отдельных составных элементах, с целью установления в них определенных закономерностей. Ориентировку среди явлений производства и практические выводы из установленных закономерностей физиологи считали для себя непосильными. У них не было необходимого для этого достаточного знания производства. Это предоставлялось самим производственникам. Но последним это удавалось далеко не всегда. Применение теории к практике составляет ответственную и довольно трудную задачу. Для практики эта задача бывает особенно трудной, когда теория оперирует с фактами и понятиями, далекими от производства.

Синтез всего, что мы имеем в результате рассмотренных исследований, как это видно на вопросе о засухе, не дает нам возможности четко ориентироваться в явлениях производства в целом.

Между тем, производство ждать не может. Теория его процессов нужна ему безотлагательно.

Скорейшее понимание полевых явлений засухи в целом настоятельно нужно и теории. И ей самой одного знания элементов комплекса недостаточно.

Во всех рассмотренных выше работах все суждения о явлениях полевой засухи обосновывались одними заключениями на основе законов физиологии. Эти заключения имели чисто качественный характер и дополнялись выводами на основе допущения существования параллелизма между засухоустойчивостью и ксероморфностью.

В вопросах хозяйственной борьбы с засухой речь идет, по существу, о задачах инженерного типа. Поэтому здесь нужны расчеты, а не соображения качественного характера. Но жизненные явления крайне сложны. Процессы, из которых они слагаются, учтены далеко не все. Несомненно, они и не все нам известны. Расчеты здесь совершенно невозможны, как не во всех деталях возможны они пока и в ряде бесконечно более простых систем механической или химической технологии. В таких случаях решающее слово принадлежит прямому испытанию на опыте.

Подобной проверке на прямом полевом опыте все эти физиологические соображения не подвергались. Делались лишь лабораторные опыты, воспроизводившие отдельные стороны явлений засухи. Заключения из них переносились на толкование полевых явлений. Все это давало указания на возможные причины явлений, но отнюдь не могло разъяснить того, что в данном случае действительно имело место на поле.

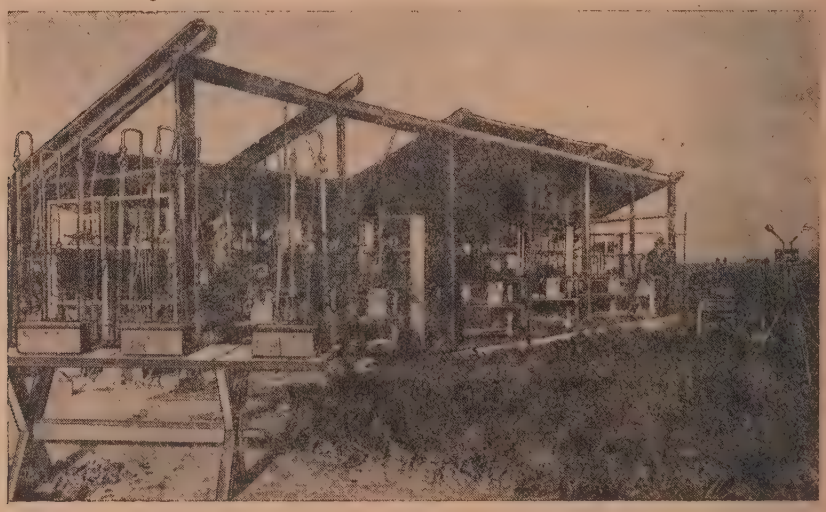
---

[1] Акад. С. П. Костычев. Физиология растений, т. II, 1933, стр. 164.

Все указанное в предыдущем изложении делало для меня совершенно ясным, что здесь необходимо было создать какое-то новое направление теоретического исследования, специально предназначенное для разработки теории полевых процессов в их целом.

Такое направление физиологического исследования я и создал в процессе разработки теории урожайности и засухоустойчивости. Я назвал его полевой физиологией—нормальной и патологической [1]. Его особенности следующие.

1. Я отказался от всех экологических аналогий и заключений на основе законов физиологии и перешел к прямому экспериментальному изучению полевых явлений непосредственно под открытым небом. С этой целью я сконструировал в 1925 г. специальный раскрывающийся павильон, сначала в саду при Ботанической лаборатории КПИ—КСХИ (1925—1930) и, затем, на поле ВНИС, на Батыевой горе под Киевом (1932) (фиг. 1).



Фиг. 1. Полевая лаборатория по изучению физиологии листа (Киев, Батыева гора) в раскрытом виде со всеми установками С-ева, спереди—стол с запасными поглотителями CO_2 и H_2O, готовые к взятию опыта. Справа—установки геофизических учетов, описанных в тексте, с дополнением регистрирующего актинометра Крова-Рошара. В опыт взято 6 сосудов сахарной свеклы

2. В первую очередь я поставил прямое изучение не отдельных элементов сложного полевого комплекса в лаборатории, а, наоборот, всего сложного явления в целом в его естественной обстановке.

3. Из всей массы тем, выдвигаемых таким изучением, я брал в исследование, в первую очередь, связанные с явлениями, теорию которых необходимо было немедленно дать производству. Такие темы обычно оказывались дающими и наиболее ценные научные результаты.

4. Из сложного комплекса сторон того, что интересовало производство, я брал в исследование только то, что на основании предварительного физиологического анализа должно было играть ведущую роль в возникновении важного для производства явления.

5. Детальное изучение отдельных элементов сложного комплекса я ставил во вторую очередь. И выбор этого элемента ставил в зависимость от выяснения степени важности его роли в возникновении изучаемого явления.

[1] Ниже мы увидим, что картина поля очень часто обнаруживает ряд патологических влений. Она имела в моих глазах нередко чисто клинический характер.

Особенности полевой физиологической динамики устанавливаются нами при помощи тонкой и точной методики. Иными методами строго поставленное теоретическое исследование пользоваться не может.

О применении этих методов в массовой полевой работе, в целях использования полученных данных в производстве, конечно, не может быть и речи. Для этого методы эти слишком сложны. Но этого мало. Они здесь совершенно и неуместны; для них нет времени. В производстве нужны не исследования, а оценки, диагноз, четкое и быстрое распознавание присутствия или отсутствия того, что нужно или вредно для практики в исследуемом материале.

В соответствии с этим производству нужны несложные, быстро осуществляемые и легкие приемы распознавания того, что может дать полезные указания для производственной работы. Приемы эти нужны здесь по тем же основаниям, по каким практической медицине нужны простые и быстрые приемы врачебной диагностики. По тем же соображениям практической селекции и полеводству нужны простые приемы полевой диагностики. Получив строгими методами теоретические ответы на запросы производства, мы сейчас же переходим к разработке путей приложения наших данных в производстве и к выработке простых приемов „полевой диагностики". Примеры их мы увидим ниже.

Тематика и состав работ

Источником тематики я сделал прямое изучение производственных явлений непосредственно на месте.

До сих пор работы по изучению засухоустойчивости растений, исходя из допущения ее аналогии с ксерофитизмом, в центре исследования ставили вопросы водного баланса и выживания растения в условиях засухи. Вопросы накопления сухого вещества затрагивались лишь попутно и не выходили за пределы статики обычного учета в конце опыта.

В проведении наших работ я исходил не из ботанической, а из чисто производственной постановки вопросов. В центре внимания я поставил не водный баланс, а то, что имело основное хозяйственное значение при оценке засухоустойчивости, а именно—урожай при засухе.

Местом создания органического вещества в растении является его лист. Поэтому исследование практически сводилось к изучению физиологических процессов листа, имеющих ведущее значение в ходе накопления урожая.

Изучение урожая с. х. растений в разрезе динамики комплекса физиологических процессов, обусловливающих его высоту, до сих пор было чуждо физиологии. Последняя смотрела на него как на вопрос хозяйственный, далекий от теории комплексности. Физиология изучала лишь отдельные элементы сложного комплекса явлений, связанных с урожаем. Урожай же в целом она изучала лишь в статическом разрезе учета сухого вещества.

Мы стали изучать урожай в разрезе динамики его создания. Ведущую роль здесь играет процесс образования органического вещества—ассимиляция CO_2. Но отождествление того и другого отнюдь недопустимо. Комплекс факторов, определяющих высоту урожая, очень сложен. Процесс ассимиляции CO_2 играет в этом комплексе только ведущую роль.

Мы вели непрерывные синхронные определения интенсивности исследуемых процессов за ряд интервалов в 10—15—20 минут (смотря по заданиям). Это давало нам картину хода изучаемых явлений непрерывно за 5—8 часов.

До сих пор при разработке вопроса о засухоустойчивости ботаники вели исследования в том же аналитическом направлении, какое было принято во всей физиологии.

Однако, в отдельности, в изолированном состоянии физиологические функции так, как привыкли думать о них, на основании изучения учебников и больших сводок, существует лишь в отвлечении. В действительности они являются лишь частями („компонентами") одного неразрывного целого—„комплекса" всех жизненных процессов растения. Теоретически мы знаем, что все компоненты этого единого комплекса должны влиять друг на друга. Но эти взаимодействия исследованы пока еще очень мало. Проблема комплекса функций в целом остается до сих пор не затронутой исследованием.

Мы, наоборот, изучение этого комплекса положили в основу работы. На одном и том же листе мы исследовали параллельно и одновременно целый ряд его основных физиологических процессов, которые я считал определяющими высоту урожая (см. фиг. 2, правая половина, стран. 36).

Процессы эти были следующие:

1. Ассимиляция CO_2 из быстрого тока не обогащенного ею атмосферного воздуха как процесс накопления сухого вещества урожая.
2. Дыхание как процесс, ведущий к трате сухого вещества.
3. Транспирация как показатель состояния водного баланса растения.
4. Температура листа как показатель нормального или патологического направления физиологической динамики листа.

Лишь после изучения комплекса мы переходим к изучению физиологических процессов в отдельности. Мы вели это изучение в том направлении, значение которого подчеркивалось предыдущим изучением комплекса.

Установка на разработку теории явлений полевой засухи в целом заострила внимание на зависимости хода физиологических процессов не только от внешних, но и от внутренних факторов.

В связи с этим мы не могли допустить никаких нарушений целости организма наших объектов.

Мы работали с листьями, не отделенными от растений, нормально укорененных в обычного типа вегетационных сосудах (фиг. 3, стран. 37), а иногда в полевом посеве (фиг. 4, стран. 37).

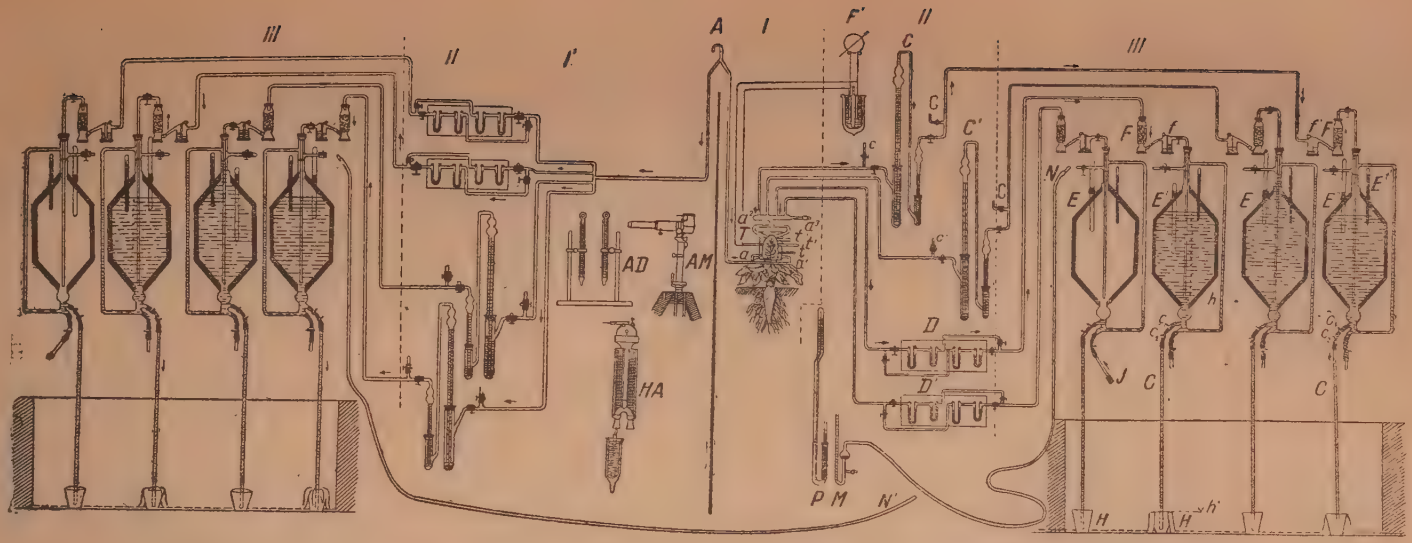
Свое задание анализа полевых явлений я понимал отнюдь не в смысле простой регистрации того, что происходит в листьях свеклы на поле. Прежде всего во всей полноте последнее пока недостижимо. Во всяком физиологическом опыте измерительные приемы эксперимента своей аппаратурой вносят в естественный ход явлений некоторые неизбежные нарушения, которые мы стремимся довести до возможного минимума. Так, камеры наших опытов несколько искажают „природные" условия поля. Они неизбежно, в той или другой степени, изменяют своими стеклами условия радиации, заменяют равномерным током воздуха своих аспираторов природный порывистый характер ветра и пр.

Все это, однако, отнюдь не мешало выполнению нашего основного задания, ибо все это были детали, которые можно было учесть при формулировании заключений из опытов. В основном же все условия опыта оставались природными. Его инсоляция сохраняла свои естественные колебания от проходящих облаков, воздух сохранял природный состав и его колебания. Опытные растения, развивающиеся в условиях поля, сохраняли природную ритмику своей физиологической динамики.

Мало того, в ряде опытов я умышленно вносил еще дополнительные изменения, затеняя инсоляцию, меняя скорость тока воздуха через камеру, нагревая или охлаждая воздух и пр.

Одним словом, в основном, все наши работы носили чисто экспериментальный, а не описательный характер. Последний не мог бы привести нас к анализу и к теории полевых явлений.

Перенесение исследований в изменчивые геофизические условия поля привело к необходимости, параллельно с физиологическим учетом, вести



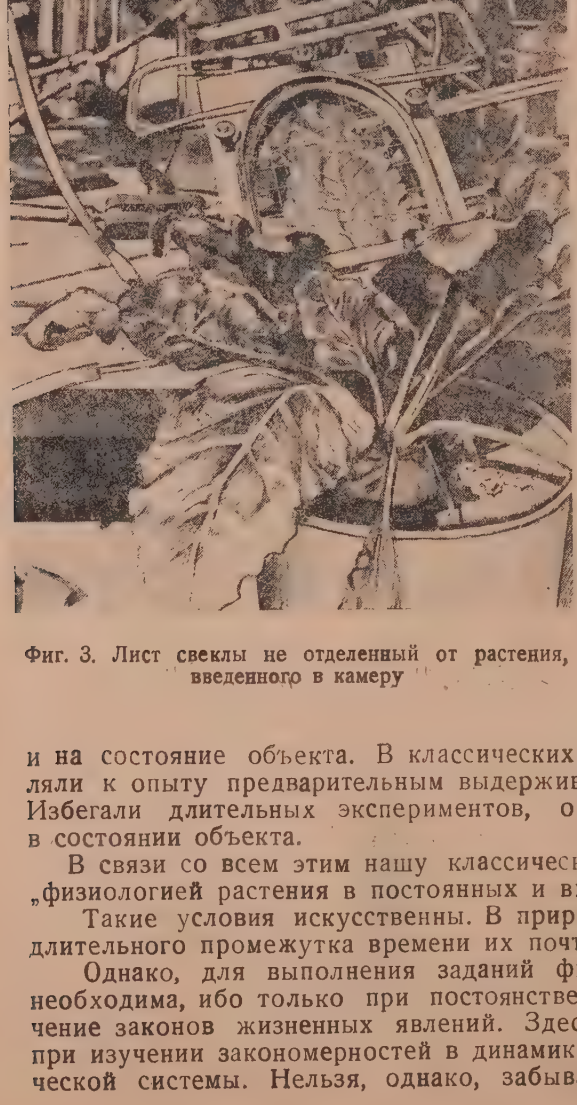
Фиг. 2. Схема установки для опытов по комплексному исследованию физиологии листа сахарной свеклы.

Правая половина. Сектор физиологии. I—установки на объекте—лист сахарной свеклы в камере, Aa и a^1—ход поступающего воздуха, a^2 и a^3—ход выходящего воздуха. Определения температуры листа — термоэлектрически T и температура воздуха в камере—термометрически t. II—установки учета: C и C^1—CO^2; Д и $Д^1$—H_2O; C и Д—ответвления для смены поглотителей CO_2 и H_2O; F^1—гальванометрические установки для термоэлектрических измерений. III—аспираторы—баллоны по 50 л. C—сток воды; hh^1—сосущий столб воды, c_1—кран установки скорости тока, c_2—пусковой кран, E—термометр для измерения температуры воздуха, протянутого за время опыта; P—барометр, M—манометр, соединяемый последовательно с аспираторами для измерения в них давления. *Левая половина. Сектор геофизики.* AM—актинометр Микельсона, АД—актинометр Араго-Деви, HA—психрометр Ассмана. Остальное—учет CO_2 и H_2O в протягиваемом воздухе по типу физиологического сектора

и учеты динамики ведущих геофизических факторов. Наши установки разбились на два сектора—физиологический (фиг. 2—правая половина) и геофизический (тот же рисунок, левая половина). Таким образом, мы охватывали динамику системы „растение—поле" в целом, в обоих ее основных ведущих звеньях.

Мы вели детальную регистрацию микроколебаний (фиг. 2, левая половина):

1. Инсоляция.
2. Температура воздуха в камере.
3. Содержание CO_2 в атмосферном воздухе, вступающем в камеру.
4. Влажность воздуха, вступающего в камеру.
5. Влажность почвы.



Фиг. 3. Лист свеклы не отделенный от растения, введенного в камеру

Установки в работе на прямое изучение полевых явлений на том месте, где они протекают, привели не только к вынесению наших опытов под открытое небо, на поле, но и к резкому изменению обычного типа физиологического эксперимента.

Я решил отказаться от первого и основного традиционного правила классической физиологии, требовавшего вести опыты в постоянных условиях. Здесь условия среды упрощены и стабилизированы при помощи термостатов, гигростатов, искусственного освещения и пр. В тех случаях, когда (как при изучении ассимиляции) приходилось пользоваться солнечным светом, выбирали ясный день, вели опыт очень короткое время и пользовались моментами невозмущенной облаками инсоляции.

Забота о стабилизировании условий опыта не ограничивалась одними внешними факторами. Она простиралась и на состояние объекта. В классических работах последний подготовляли к опыту предварительным выдерживанием в постоянных условиях. Избегали длительных экспериментов, опасаясь внутренних изменений в состоянии объекта.

В связи со всем этим нашу классическую физиологию можно назвать „физиологией растения в постоянных и выравненных условиях".

Такие условия искусственны. В природе в течение более или менее длительного промежутка времени их почти никогда не бывает.

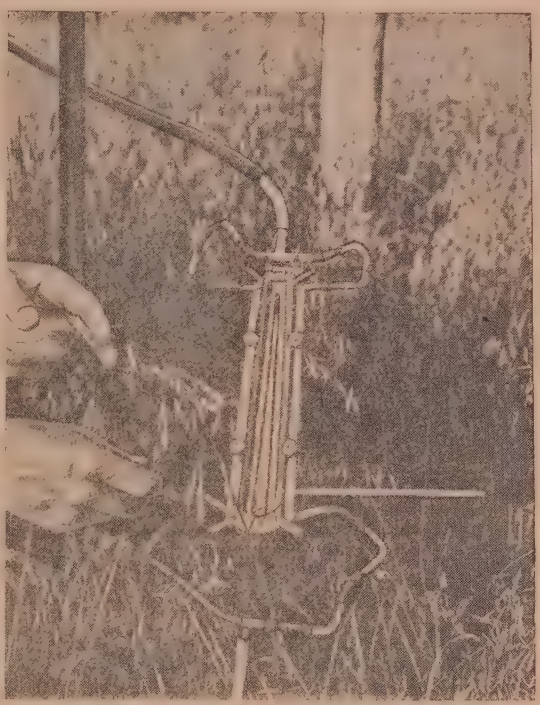
Однако, для выполнения заданий физиологии эта искусственность необходима, ибо только при постоянстве условий опыта возможно изучение законов жизненных явлений. Здесь это необходимо так же, как при изучении закономерностей в динамике любой физической или химической системы. Нельзя, однако, забывать, что все, что дает нам фи

зиология постоянных условий, говорит лишь о динамике искусственно создаваемой системы.

Между тем, знания одних законов физиологии для понимания производственных явлений совершенно недостаточно. Практически нам еще важнее знать, как эти явления протекают в действительности в естественных, нестабилизированных условиях. До сих пор установить это пытались путем наведений, делаемых на основе знаний законов физиологии. Но эти наведения имели чисто качественный характер. Между тем, здесь нужны не наведения, а расчеты инженерного типа. Но расчеты здесь невозможны. Единственным путем к пониманию реального хода производственных процессов является их прямое экспериментальное изучение.

Изучение физиологии изменчивых условий. До сих пор обычно полагают, что в изменчивых внешних условиях должны, конечно, неизбежно наблюдаться и колебания в ходе физиологических процессов, но при этом считают, что колебания эти должны подчиняться законам, установленным для зависимости каждой функции организма от соответствующих условий.

На опыте такое ожидание часто не оправдывалось. Однако, уверенность в непреложности физиологических законов была так велика, что все опыты, в которых обнаруживались эти отступления, относились на долю незамеченных случайностей и ошибок в учетах. На этих основаниях все такие опыты отбрасывались как неудачные.



Фиг. 4. Листья овса в полевом посеве, введенные в камеру

Наше задание относилось как раз к одному из случаев этого рода—к физиологии в изменчивых условиях яркого знойного дня и засухи.

К исследованию его я подошел как раз с обратными ожиданиями. Допущение постоянного подчинения известным нам законам зависимости физиологических функций от внешних условий я считал исходящим из механистического понимания дела. Здесь молча допускалось отсутствие возможности каких либо внутренних влияний, искажающих ход подчинения физиологических функций вышеуказанным законам. Я, наоборот, привык считать наличие таких внутренних влияний не только вероятным, но и несомненным. Источник их я склонен был видеть в нарушениях выравненности целого ряда составных элементов того, что я называю „комплексным физиологическим балансом"—балансов водного, осмотического, температурного, тургорного и проч.

На все эти нарушения комплексного физиологического баланса, развивающиеся в той или другой мере, я смотрел, как на уклон физиологической динамики в область патологии. Меня убедило в этом непосредственное изучение поля. Эти-то явления как раз и вызывали у меня инте-

рес к их изучению. Я считал необходимым тщательное прямое изучение прежде всего вышеуказанных странных случаев неподчинения явлений известным законам физиологии.

Изучение физиологии не только нормальной, но и патологической. В связи со сказанным выше, я решительно отступил от основного правила физиологической методики, требовавшего строго выдерживать исследование в пределах нормального состояния организма. По этому правилу допускалась работа лишь с объектами, не обнаруживающими каких-либо признаков болезненного состояния, и опыт прекращался с появлением последних.

В наших исследованиях я поступал совершенно обратно. Я не только не отбрасывал, а, наоборот, поставил в центре внимания все эти патологические уклоны в состоянии листа и, особенно, переходы его от нормального состояния в патологическое и обратно. Пристальное изучение поля давно убедило меня, что картина его сплошь и рядом имеет клинический характер.

Состояние объектов опытов. Я уже упоминал выше о том, что в строгих экспериментальных работах по изучению законов отдельных физиологических процессов, как правило, применялся строгий выбор объекта на отсутствие на нем каких либо признаков ненормальностей в его состоянии. Часто применялась еще специальная подготовка объекта к опыту путем предварительного выдерживания растения в постоянных условиях влажности и температуры, вдали от яркого света и проч. Этим имелось в виду избавиться от „неудачных" опытов, дающих разные парадоксальные результаты и тем задерживающих и осложняющих работу.

Согласно целям, которые мы поставили перед нашими исследованиями, мы отказались от первого и от второго из этих правил. Мы не отбирали листьев на отсутствие подозрений в их болезненном состоянии. Мы брали их в том состоянии, в каком они были. Мы избегали только повреждений паразитами, мозаикой и тому подобных симптомов. Мало того, нередко мы брали лист в той или другой степени привядания, или даже лист завядший, так как эти признаки „ненормального состояния"— вообще на поле—временны, скоропреходящи.

Мы работали с чистосортным материалом, который брали непосредственно у селекционеров. Мы выращивали растения в вегетационных культурах, все в одной и той же почве, с добавлением одних и тех же химически чистых удобрений. Иногда мы брали в опыт растения, растущие в полевой культуре. Различий с вегетационными сосудами мы не замечали. Мы предпочитали, однако, последние из-за их преимуществ по четкости возможной оценки почвенной влажности.

Число объектов. Основной целью наших работ был ближайший анализ генотипического признака засухоустойчивости урожайного растения. В связи с этим все наши учеты мы вели одновременно минимум на двух, обычно на четырех экземплярах свеклы, взятых из разных сортовых популяций.

Не трудно видеть, наконец, что работа такого широкого охвата не могла быть индивидуальной. Она была доступна лишь коллективу. Руководил работой основной работник, который разрабатывал план, методику и осуществлял координирование и контроль всех работ.

Методика, экспериментальные установки, аппаратура

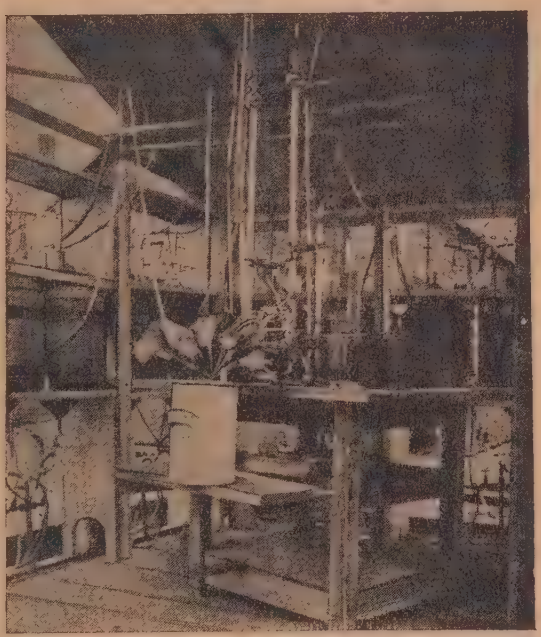
Выше охарактеризованные, совершенно новые задания наших исследований предъявляли исключительные требования к методике.

С одной стороны, необходимо было разобраться в тех совершенно загадочных явлениях в области физиологической динамики, которые до сих пор приводили нас лишь к признанию опытов „неудачными" и к отбрасыванию их из-за парадоксальности их результатов. С другой стороны,

задачей наших исследований являлся анализ малых различий такого количественного признака физиологической природы, как процесс создания органического вещества в растении. Все это требовало строгой количественной методики, допускающей учет самых малых величин и дающих полную уверенность в достоверности получаемых данных.

Необходимы были самые чувствительные и точные методы аналитической химии, физики и геофизики. Вместе с тем полевые условия работы, казалось, исключали возможность применения тонких методов исследования. Однако, мы все же поставили это основным условием своих работ.

Все работы по физиологии листа велись под открытым небом на поле, в сконструированном мною раскрывающемся лабораторном павильоне с постоянно готовыми к началу опыта измерительными установками. Последнее обстоятельство имело большое значение. По характеру заданий приходилось всегда быть готовым к работе при наступлении необходимой для опыта погоды. В павильоне было 6 отделений. Каждое из них имело полный набор готовых установок для опыта с одним растением. Объект помещался на специальном подвижном столе, который позволял перемещать всю установку, следуя за перемещением солнца (фиг. 5).



Фиг. 5. Подвижной стол в павильоне с установками для опыта с одним растением

Лист свеклы вводился в специально сконструированную мною камеру очень малой емкости. Стекла во всех камерах были одинаковы. Они были взяты из одной партии увиолевого стекла. Во всем ряду объектов опыта камеры (как и вся остальная аппаратура) были одного типа и одних размеров (фиг. 6). Лист свеклы, имеющий обычно волнистую поверхность, приводился в одну плоскость при помощи тонких натянутых решеткой нитей (чтобы устранить прикосновение листа к стеклу).

Через все камеры специально сконструированными мною 50-литровыми аспираторами протягивался ток воздуха. Мариоттова трубка аспиратора и стоявший перед пусковым краном второй кран, регулирующий скорость вытекания воды, создавали возможность получения любой равномерной скорости тока воздуха через аппаратуру. По окончании работы кождого аспиратора немедленно отсчитывалась температура и определялось давление заключенного в нем воздуха (для приведения объема последнего, прошедшего через поглотители, к нормальным температуре и давлению). Это обстоятельство, при малых количествах CO_2, содержащейся в воздухе, имело чрезвычайно важное значение.

В каждом опыте мы имели полную гарантию в том, что через все поглотители, учитывающие содержание CO_2 в атмосферном воздухе и поглощение или выделение ее листьями, одновременно проходили совершенно одинаковые объемы воздуха, взятого из одного места на высоте 2,5 м от поверхности земли. Во время опытов воздух через камеру про-

тягивался одновременно двумя аспираторами. Это давало скорость от 5 л (при длительности опыта в 20 мин.) до 10 л (при длительности опыта в 10 мин.) в минуту.

Вводные и выводные трубки в камере расположены были так, что никаких застоев воздуха в ней образоваться не могло.

Все это создавало в камере условия очень слабого ветра.

Необходимость учитывать в очень быстром токе воздуха одновременно очень малые количества CO_2 (при ее обычном содержании в атмосфере равном 0,03%) и очень большие количества H_2O (испаряемой листом) ставила перед нами очень трудные задачи. Для их решения современная аналитическая химия не давала метода: работать над такими задачами ей до сих пор не приходилось. Необходимые методы надо было создать. Это и было нами сделано [1].

Фиг. 6. Камера с листом сахарной свеклы в раскрытом виде. Видна сетка нитей, выравнивающих лист, и жгут пластолина, автоматически закрывающий камеру при наложении крышки

Прежде всего мы убедились в полной невозможности применить здесь обычные приемы (недавно разработанные Willstätter'ом и Stoll'ем) [2] последовательного определения в одной и той же порции воздуха H_2O и CO_2. Последней было чересчур мало, воды же чересчур много.

Чтобы преодолеть это затруднение, я разъединил эти два определения, разделив струю воздуха, выходящую из камеры, на две ветви, каждую с особым аспиратором. В одной из струй учитывалась CO_2, в другой—H_2O (с последующим расчетом протянутого обоими аспираторами воздуха на весь объем).

Для поглощения CO_2 я взял барит. Сначала (1925 г.) мы работали с тремя последовательно поставленными Петтенкоферовскими трубками. Но затем, по принципу Рейзе, я сконструировал специальные поглотители с серией серебрянных перфорированных дисков (фиг. 7, 8) [3]. Последняя позволила достичь полноты поглощения CO_2 баритом и при самых больших, применявшихся нами, скоростях просасывания воздуха.

Оказалось, что основным условием полноты поглощения является не только время соприкосновения пузырька газа с поглотителем (как в методе

[1] См. Є. Ф. Вотчал. Визначення кількості карбонат-ангідриду в швидкому струмені атмосферного повітря, ж. „Біо-ботан. ВУАН", № 1—2, 1931.

[2] Willsfätter u. Stoll. Untersuchungen über die Assimilation der Kohlensaüre. Berlin. 1918. S. 62—72.

[3] Сначала необходимые для полноты поглощения CO_2 количества ситечок и барита помещались в 3 трубках. Потом для сокращения числа титрований я заменил 2 первых поглотителя одним, к которому добавлялась одна малая контрольная трубка.

Петтенкофера) и не столько малая величина пузырьков (и отверстий ситечок), сколько постоянное дробление проходящего газа на новые и новые пузырьки. При наших скоростях тока воздуха по всей длине поглотителя весь барит превращался в подвижную пену (см. фиг. 8—кадр из киносъемки).

Сделан был контрольный опыт, в котором два совершенно однотипных поглотителя четырех трубок вышеописанного типа, с общим количеством барита в 200 куб. см, при 80 ситечках и при концентрации барита $\frac{N}{11}$ (не $\frac{N}{22}$), были поставлены один за другим. При вышеуказанной скорости тока поглощение оказалось полным: титр барита во второй, контрольной системе поглотителей оказался неизменившимся (см. кривую на фиг. 9).

Ввиду очень малых количеств определяемой CO_2 и больших скоростей тока воздуха особое внимание было обращено на герметичность всех соединений частей приборов и на устранение просачивания CO_2 из атмосферы. Все приборы до наполнения баритом испытывались на герметичность соединений при отрицательном давлении в них в 10 см Hg столба.

Герметичность эта достигалась лишь обмазыванием мест соединений особой горячей застывающей замазкой [1].

Учет H_2O достигался поглощением ее паров последовательно в двух трубках с $CaCl_2$ и в контрольной трубке с P_2O_5 (для удобства работ, особенно в дождливую погоду, трубки были заключены в непроницаемые для воды коробки). Эта система давала также полноту поглощения при наших скоростях тока.

Для достижения этой цели проделана была аналитическая работа, аналогичная описанной выше, когда речь шла о приемах учета CO_2. Прежде всего был исследован ход поглощения паров воды обычными поглотителями, из которых выбраны были P_2O_5 и $CaCl_2$. Затем, был изучен ход работы четырех последовательно поставленных, одинаковых поглотителей (фиг. 10). Система поглотителей работала у нас лишь до того момента, пока контрольный поглотитель начинал показывать привесы, превышавшие известный предел.

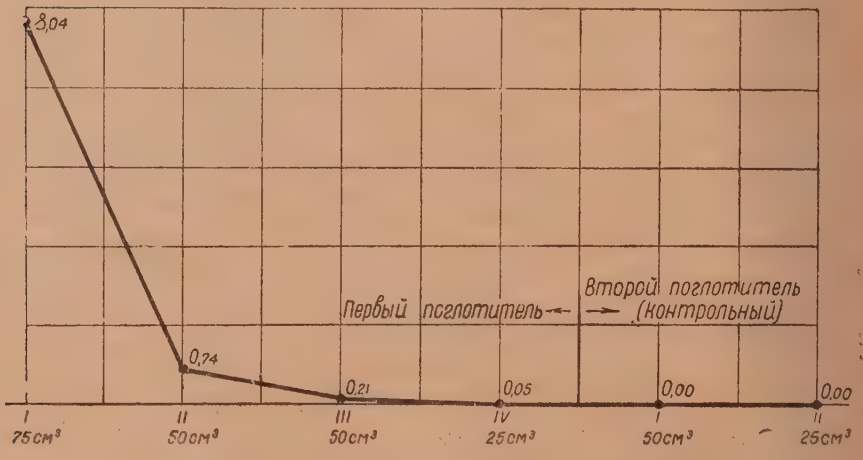
Фиг. 7. Поглотители CO_2 с баритом и серебряными ситечками. Спереди—2 поглотителя, сзади—малая контрольная трубка. Снято во время опыта. *б*—ящик с поглотителями с $CaCl_2$ и P_2O_5—для улавливания паров воды

Определение температуры листа производилось двумя способами: 1) термоэлектрическим—при помощи маленьких термоигл А. Е. Вот-

[1] Я умышленно вхожу здесь в эти детали методики, чтобы подчеркнуть мое несогласие с очень распространенным мнением исследователей о необходимости простых методов в решении полевых вопросов. Просты должны быть методы „полевой диагностики". Вопросы же теории производственных явлений справедливо считаются одними из труднейших в науке. Разработка их—дело настолько ответственное, что для нее нужны самые тонкие и точные методы исследования. Упрощенными, грубыми методами физиологическую теорию создавать нельзя.

чала [1], вводившихся снизу в мезофилл листа, не протыкавших его и не выходивших наружу и 2) при помощи маленьких термометров, введенных в камеру и плотно прижатых к мезофиллу нижней поверхности листа в одном, двух или трех местах его. Отсчеты велись и записывались непрерывно.

Фиг. 8. Состояние барита во время хода через него тока воздуха (кадр из киносъемки)



Фиг. 9. Результаты контрольного опыта на полноту поглощения CO_2

Динамику геофизических факторов мы учитывали так:

1. Инсоляцию (абсолютная величина)—периодические отсчеты актинометра Михельсона. Микроколебания—непрерывные отсчеты актинометра Араго-Деви.

2. Температура воздуха в камере—отсчеты в камере по термометру, не касающемуся листа.

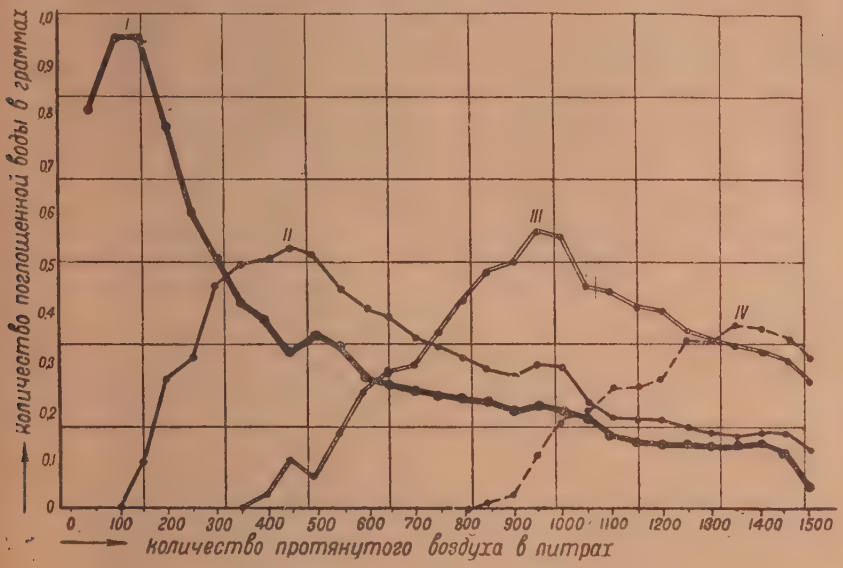
---

[1] См. статью в „Трудах Всесоюзного Съезда по генетике и селекции" (в Ленинграде), 1929, т. 3, стр. 159.

3. Влажность воздуха—весовые учеты содержания паров воды в прошедших за серию 50 литрах воздуха. Микроколебания: непрерывные отсчеты психрометра Ассмана.

4. Влажность почвы—взвешивание вегетационного сосуда до и после опыта.

5. Содержание CO_2 в атмосферном воздухе: учет CO_2 в 50 литрах воздуха, прошедших за каждую серию.



Фиг. 10. Ход поглощения в системе из четырех трубок с P_2O_5

Все записи велись каждой бригадой этого коллективного опыта на установленных в процессе работы стандартных бланках.

Что эти исследования дали теории урожайности

А. Факты

То, что происходило с листом в яркие часы летнего дня, как правило, обнаруживало ряд явлений совершенно не соответствующих тому, чего следовало ожидать на основании законов нормальной физиологии.

В условиях постоянных колебаний напряжения инсоляции (как основного влияющего фактора) физиологические процессы на каждом шагу обнаруживали, наряду с подчинением законам, установленным для них физиологией, систематически повторяющиеся случаи резкого неподчинения последним.

Транспирация. Транспирация, в основном, закономерно реагировала ослаблением и усилением на затенение и появление прямой инсоляции после прохождения туч. В часы же зноя, при полной ненарушенной, длительной инсоляции всегда наблюдались колебания не показавшие связи с какими-нибудь внешними факторами. Достигнув известной интенсивности, транспирация при неизменных показаниях актинометра, начинала резко снижаться (см. фиг. 11) раза в 2—3, иногда и более. Затем, при неизменных внешних условиях она снова начинала медленно расти, а потом снова падать. Продолжительность периода этих колебаний была порядка 20—30 минут, без всякой закономерности [1].

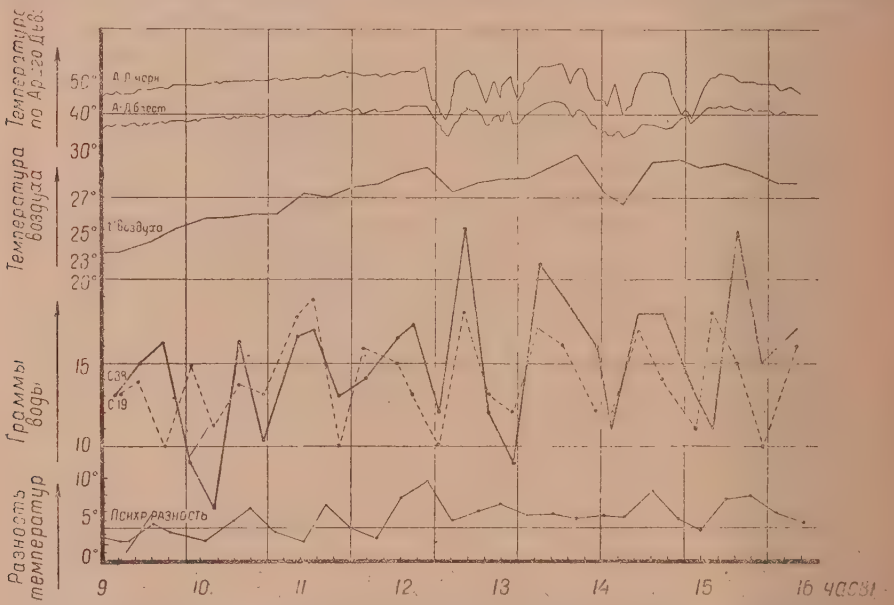
[1] Эти явления мы детально обследовали при работе над злаками и гречихой, еще до начала наших работ со свеклой. Факты этого рода упоминались давно и другими исследователями, но ближе их никто не исследовал. Неподчинение транспирации физическим законам испарения казалось настолько парадоксальным, что все эти факты отбрасывались как абсурдные. Их приписывали влияниям несовершенства методики, ошибок и каких-нибудь не-

У разных растений эти колебания сохраняют, в общем, один и тот же тип, но идут не синхронно и показывают количественные различия.

Кроме этих явлений незакономерного понижения транспирации—транспирационное утомление, транспирационная депрессия—наблюдаются и явления усиления транспирации, столь же мало соответствующие тому, чего нужно было бы ждать по теории.

Таковы совершенно парадоксальные явления обычного резкого кратковременного усиления испарения у сахарной свеклы перед заходом солнца. Особенно резко выражены они у гречихи.

Ассимиляция и дыхание. В яркие солнечные дни в деталях своей динамики ассимиляция обнаруживала еще большие отступления от ее законов, чем транспирация. В дневном ходе фотосинтеза наблюдались



Фиг. 11. Ход транспирации у двух растений сахарной свеклы за время от 9 ч. до 16 ч. Нижняя кривая—психометрическая разность; две верхние кривые—показания актинометра Араго-Деви; под ними—кривая температуры воздуха

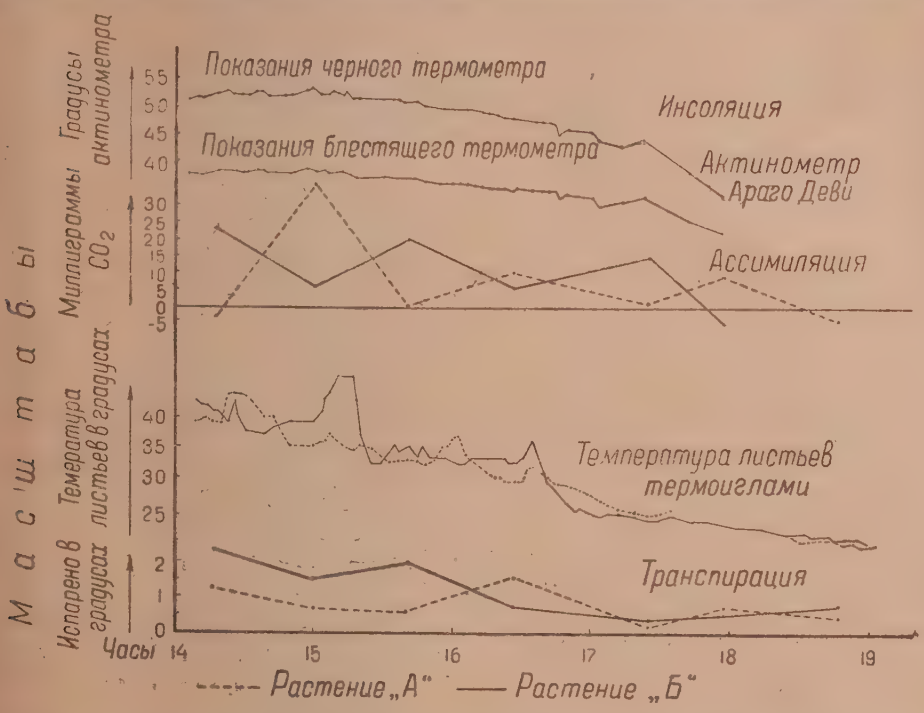
также постоянные резкие колебания при неизменных показаниях актинометра (фиг. 12). Еще более странными были ее колебания при повторяющейся смене прямой инсоляции на экранирование ее проходящими облаками. Здесь усиление инсоляции сопровождалось ослаблением ассимиляции. Обратно, экранирование солнца небольшим облаком часто сопровождалось усилением ассимиляции. Такой характер хода ассимиляции мы наблюдали во всех наших опытах 1925—1930 гг.

замеченных обстоятельств. Непонятные изломы в ходе кривой испарения за дневные часы заставили исследователей перейти на редкие, двухчасовые интервалы взвешивания при определении суточного хода испарения и у нас, и в США. Это явление подробно изучалось в моей лаборатории Д. Я. Самийленко (1923), А. М. Кекух (1924—1925), Ф. И. Завгородним (1926—1927). В 1927 г. я, вместе с Завгородним, детализировал учеты до 10—15-минутных определений потерь веса. Взвешивание производилось без перемещения сосудов со стола на весы и обратно. Все объекты (вегетационные сосуды) в течение всего опыта не снимались с чашек целого ряда однотипных весов Беранже. Чувствительность последних была доведена до 0,5 г. См. мои доклады: 1) Транспирационное утомление. „Дневник 2 Съезда ботаников в Москве" в январе 1926 г., стр. 49—50; 2) Дневной ход испарения и геофизические факторы (совместно с Ф. И. Завгородним). „Дневник 3 Съезда ботаников в Ленинграде" в январе 1928 г., стр. 367—369.

Впервые о транспирационном утомлении я доложил на Геофизическом Съезде в Москве в 1925 г.

У разных экземпляров разных сортов сахарной свеклы динамика этих явлений протекала различно (фиг. 13).

Более того, в некоторых случаях при высоком напряжении инсоляции поглощение CO_2 прекращалось вовсе и сменялось выделением CO_2, иногда слабым, иногда такой же интенсивности, как ранее шедшее поглощение. Получилось парадоксальное явление не ассимиляции, а сильного дыхания на свету у листа с виду вполне нормального. С появлением облаков, поглощение CO_2 возобновлялось и начинало расти. При новом появлении солнца оно опять начинало падать. Ход коле-



Фиг. 12. Кривые хода ассимиляции у двух растений сахарной свеклы одного сорта „Кальник". Опыт от 14 ч. до 19 ч. 3/VIII 1930 г.

баний поглощения CO_2 совершенно не совпадал с ходом колебаний инсоляции [1].

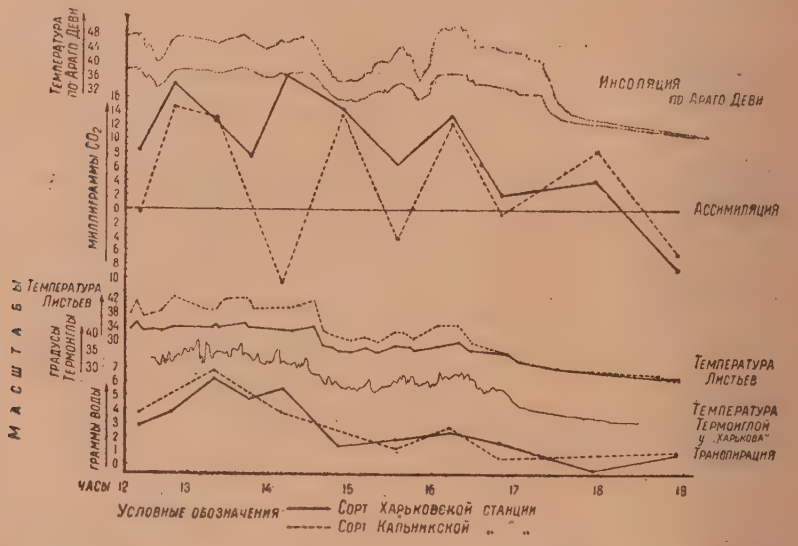
Общее количество усвоенной CO_2 за день. Та или другая степень развития понижений ассимиляции при сильной инсоляции не может, конечно, не отразиться на суммарном эффекте этого процесса за день. Еще резче должны сказаться моменты перехода от ассимиляции на дыхание на свету. Это мы видим в вышеприведенных опытах. В опыте (фиг. 13) мы видим, что экземпляр свеклы (пунктирные кривые), дававший резкие колебания ассимиляции и с постоянными переходами ее на дыхание обнаруживавший большое повышение температуры листа и вообще большую ее высоту в условиях опыта (камера), усвоил

[1] Впервые эти явления незакономерного хода ассимиляции при колебаниях инсоляции и перехода листа от ассимиляции на дыхание и обратно были описаны мною в докладе на Всесоюзном Ботаническом Съезде в январе 1926 г., в Москве, на основании исследований, произведенных мною летом 1925 г. совместно с И. М. Толмачевым. Тогда же дано было мной и истолкование этих фактов, о котором я говорю ниже. (См. „Дневник Съезда", стр. 47—49). Ср. еще мое соображение об этих работах и фотографии моих опытных установок в природе в книге „Научный институт селекции", Киев, 1927, стр. 27—46.

за все время опыта 29,9 мг CO_2. Другой экземпляр, державший ассимиляцию все время выше, показывавший ее колебания, но не переходивший на дыхание, усвоил CO_2 вдвое больше (60,9 мг). В опыте (фиг. 12), в связи с такими же точно особенностями поведения двух листьев, один экземпляр усвоил 48,5 мг CO_2, другой 67,3 мг.

Транспирационный коэфициент ассимиляции. Выше был рассмотрен вопрос о транспирационном коэфициенте Гельригеля, который я называю „транспирационным коэфициентом общего урожая".

При наших исследованиях меня заинтересовало другое соотношение в этой области, которое я назвал „транспирационным коэфициентом асси-



Фиг. 13. Кривые хода ассимиляции CO_2 у двух экземпляров сахарной свеклы разных сортов. Опыт от 12 ч. до 18 ч. 30 м. 15/VIII 1929 г.

миляции" [1]. Это—соотношение между числом граммов воды, испаренной листом за срок той или другой серии в наших опытах, и количеством миллиграммов CO_2, разложенных тем же листом за тот же срок. Одновременный учет обоих процессов, который мы ввели впервые, дал возможность такого подсчета в одинаковых условиях скорости тока воздуха в камерах.

Это соотношение оказалось очень различным. Оно очень низко в утренние и вечерние часы, но высоко в дневные часы и сильно растет с развитием ассимиляционной депрессии. Такие соотношения очень характерны для нормального и патологического состояния листа.

Влажность почвы и ассимиляция CO_2. Процент воды в почве, находящийся в распоряжении корневой системы свеклы, оказывает резкое влияние на интенсивность усвоения CO_2 листьями свеклы. Это можно видеть хотя бы на опыте, произведенном мною с И. М. Толмачевым в жаркий, тихий, солнечный день над двумя экземплярами сахарной свеклы одного сорта (Харьковской станции). В одном сосуде влажность почвы была 40% от полной влагоемкости, в другом—80%. Лист второго экземпляра сильно тургесцировал. Лист первого при введении в камеру был совсем вялый, но к концу опыта оправился.

Их ассимиляция и испарение были таковы:

[1] Е. Ф. Вотчал и А. М. Кекух. Транспирационный коэфициент ассимиляции, „Дневник 3 Съезда ботаников" (в Ленинграде) в январе 1928 г., стр. 367.

21/VIII 1925 г. 4 ч. 39 м.—6 ч. 3 м.			
Влажность почвы во время опыта	По расчету на 500 кв. см поверхности листа		Транспирационный коэфициент ассимиляции
	Испарение H_2O (в граммах)	Разложено CO_2 (в миллиграммах)	
40%	2,1	21,3	99
80%	3,0	133,0	23

Как видим, высокая влажность почвы во время опыта дала почти в 5 раз большую ассимиляцию, чем низкая. Интересно отметить, что при 80% влажности почвы лист испарял в полтора раза больше, чем при 40%. Трата воды на испарение давала более высокий транспирационный коэфициент ассимиляции у растения, терпевшего недостаток в воде, чем у растения, изобильно снабжаемого водой.

Температура листа. Временные перегревы листа. Температура листа, обычно мало отличающаяся от температуры воздуха, в знойные часы дня показывала такие же парадоксальные, с первого взгляда, колебания. Например, в опыте (фиг. 12) при невозмущенной облаками прямой инсоляции температура двух листьев у двух стоящих рядом экземпляров сахарной свеклы все же колебалась. В послеполуденные часы, при нарастающем ослаблении инсоляции, в общем, она тоже постепенно падала. Но в то же время, при отсутствии колебаний в показаниях актинометра, она обнаруживала постоянные медленные подъемы и опускания. Подъемы эти у одного экземпляра были выражены резче, чем у других.

Кроме этих длительных, сравнительно нерезких повышений температуры листа, наблюдались и более резкие кратковременные, скоропроходящие перегревы листа. В одном опыте мы наблюдали, как у обоих объектов температура листа быстро поднялась до 40°—у одного и до 37°—у другого, показывая резкий перегрев. Он длился недолго. Через 15 минут температура, без перемены инсоляции, стала ниже и через следующие 5 минут вернулась к той высоте, какой она достигла до перегрева.

Искусственно задержав испарение временной остановкой тока воздуха через камеру, мы могли по произволу вызвать временный перегрев листа. Можно привести такой пример. Ток воздуха в камере одного листа шел непрерывно. Ток воздуха в камере другого листа был временно остановлен. Температура второго листа сейчас же быстро и резко поднялась. Как только ток воздуха был возобновлен, температура сразу стала резко падать. У первого листа, находившегося в условиях непрерывного тока воздуха, перегрева не было.

Смертельный перегрев листьев. В одном из опытов этого рода, когда в знойный летний день ток воздуха через камеры с листьями свеклы был остановлен на более продолжительный промежуток времени, листья в течение какого нибудь получаса почернели, съежились, высохли и стали ломкими. Все это произошло в камерах, стенки которых были мокры от сконденсировавшихся на них капель воды.

В одной из камер лист был зеленый, в другой—красный. Температура их до остановки тока воздуха колебалась все время между 30° и 36°. После остановки аспиратора температура обоих поднялась до 52°.

Листья перегреваются не во всех частях одинаково, концы их перегреваются градуса на 3—4° выше, чем основания.

Далее, мы нашли, что перегрев охватывает лист не сразу, а сосредоточивается сначала у верхних краев листа и лишь постепенно распространяется дальше, обычно в виде расходящихся пятен. Здесь температура

пластинки показывает перегревы раньше всего и до более высокой температуры, чем в нижней части листа.

При временных перегревах амплитуда колебаний температуры мезофилла на конце листа больше, чем у его основания.

Внешний вид листа при этих явлениях. При всех этих явлениях листья, с первого взгляда, оставались совершенно нормальными. В них лишь при внимательном наблюдении удавалось подметить едва заметные, с первого взгляда, перемены.

В условиях резкой засухи листья свеклы обнаруживают признаки подвядания. В обычные же яркие дни привядание не происходит. Лишь при очень внимательном наблюдении удается заметить слабое временное поникание конца и краев пластинки.

Очень характерно кратковременное потемнение зеленой окраски [1] мезофилла на концах листьев и местами в середине пластинки. Это потемнение достигает двух, иногда трех ступеней моих шкал [2]. Оно также скоропроходящее, как и вышеописанные перегревы. Вскоре окраска возвращается к той же интенсивности, которую имеют остальные части листа и листья, стоящие в иной ориентировке к солнцу.

Особенно характерны изменения блеска верхней поверхности листа. С утра в хороший летний незасушливый день поверхность эта блестит на солнце, к полудню начинает постепенно развиваться потеря этого блеска. Сначала по краям листа и далее к его основанию начинают появляться места, потерявшие блеск и постепенно становящиеся совсем матовыми. Через некоторое время блеск может возвратиться, или лист начинает переходить в вялое состояние.

При растягивании места листа, потерявшего блеск, последний возвращается. По прекращении растягивания блеск снова исчезает.

Механические свойства листовой пластинки. С исчезновением блеска изменялись постепенно и механические свойства тех мест листовой пластинки, где появлялась матовая поверхность. Вначале упругий, ломающийся при изгибе и рвущийся, но не растягивающийся, лист делался мягче, легко гнулся и делался способным все более и более удлиняться при растяжении.

Все эти явления охватывали не всю листовую пластинку. С утра еще в жаркую погоду признаки их появлялись на концах и краях листа и пятнами за их пределом. Позднее зона этих изменений распространялась ниже. В конце-концов, матовость охватывала весь лист.

Все это говорит о каких-то внутренних процессах в клетках листа, отражающихся на его тургесценции.

Эти изменения механических свойств легко поддаются измерениям при помощи специально сконструированного мною с этой целью прибора—тензимера.

Эти измерения производятся следующим образом. Исследуемый участок листа осторожно зажимается между двумя клеммами, проложенными тонкой, чистой пробкой. Клеммы располагаются друг от друга на расстоянии 10—12 мм так, чтобы на свободном участке не было жилок. Одна из клемм неподвижна, другая монтирована на тележке, легко двигающейся на колесиках. Тележка передвигается при помощи микрометрического винта с поделенной на 100 частей головкой. Головка идет возле миллиметрической линейки. Перемещения тележки отсчитываются на линейке, поделенной на миллиметры, при помощи нониуса, прикрепленного к тележке. Пружина предварительно калибрируется. Ее вытяжение измеряет силу, растягивающую лист. Перемещение тележки измеряет удлинение исследуемого участка листа.

---

[1] На основании того, что нам было известно до сих пор о свойствах пигментов листа и о движениях хлорофилловых зерен, можно было ожидать обратного, т. е. побледнения окраски. Цитологическая картина потемнения иная, говорить о ней я не буду.

[2] См. мою статью в „Трудах Съезда по селекции и генетике", Ленинград, т. III, 1929.

Движение листьев свеклы. Для меня было ясно, что все эти внутренние процессы в конечном счете должны находить выражение в каких-то движениях листа, которые мы не замечаем в виду их медленности.

Чтобы обнаружить эти движения я применил кинематографирование системой прерывистых съемок [1]. Полученные данные убедили меня в полной правильности такого заключения. Когда заснятая таким способом кинолента пропускалась со скоростью обычной кинопроекции, эти движения можно было видеть совершенно ясно. Их прямая связь с рассмотренными явлениями физиологической депрессии делала их особенно интересными, как очевидное выявление последних у листьев, не введенных в камеру [2].

В летний, жаркий и ясный день, особенно в условиях искусственной почвенной засухи, листья поникали не только пластинками, но и черешками, причем у крайних листьев последние ложились на края сосудов. Затем, при затенении или после поливки (если это делалось своевременно), листья снова поднимались. Без искусственной засухи явления были менее резки. Они же наблюдались, однако, и в самые обычные ясные жаркие дни, когда листья вполне тургесцировали. Движения эти бывают то сильнее, то слабее в зависимости от условий. Повидимому, они не прекращаются никогда. Мы их наблюдали даже в начале октября, в ясный прохладный день, при достаточно влажной почве, когда ни о каких „страданиях" от зноя не могло быть и речи и листья были вполне нормальные.

Резкая выраженность этих движений листьев свидетельствует и о сильном развитии колебаний степени уравновешенности комплекса различных функций растения. В особенно резко выраженных случаях эти движения переходят в полное завядание, когда листья свисают, как тряпки.

Общее заключение. Мы видим, что „парадоксальные" факты всегда отбрасывавшихся „неудачных" опытов, при ближайшем изучении, не дали никаких оснований для признания их парадоксальными. Факты эти показали только, что динамика физиологических процессов в условиях изменчивых природных напряжений геофизических факторов совсем не похожа на ту, которую исследователи рисовали себе раньше, исходя из данных классической физиологии—выравненных лабораторных условий.

Эту картину нельзя было ни предугадать в качестве вывода из общих законов, ни предвычислить, за неимением числовых значений для коэфициентов и вследствие бесконечной сложности динамики всего комплекса. Ее можно было только увидеть, подвергнув ближайшему опытному изучению. Сделав это, мы увидели, что в картине этой динамики далеко не все поддается увязке с законами физиологии в их обычном понимании. Те же явления, в которых действительно резко выступает эта неувязка, говорят лишь о подавлении влияния законов зависимости функций от внешних факторов влиянием каких-то внутренних процессов, явно развивающихся в организме под действием интенсивной инсоляции и сухости. Эти внутренние влияния до сих пор оставались не изученными. Между тем, без понимания их нельзя понять жизнь растений в поле.

Б. Истолкование этих фактов

Все вышеописанные явления депрессий транспирации, перегрева листа и перекрытия ассимиляции дыханием, с точки зрения физиолога, не могут быть квалифицированы иначе, как явления слабого, скоропроходящего или длительного, глубокого расстройства комплексного физиологического баланса, как явный уклон в область патологии.

[1] Каждые 2 минуты 4 кадра.

[2] Об этих явлениях доложено было с демонстрацией киноленты на Всесоюзном Съезде физиологов в Ленинграде в феврале 1932 г. и в ВУАН (1931 г.).

В явлениях транспирации этот характер выражен очень ясно. В начальных стадиях расстройство водного баланса выражается в явлениях, названных мною „транспирационным утомлением". Оно стоит на грани между нормальным и патологическим. Тяжелые случаи, сопровождающиеся завяданием, представляют собой патологические явления, грозящие смертью растению.

Эта тяжелая форма расстройства водного баланса до известного предела ее развития обратима. Завядший лист может оправиться. Процесс этот идет длительно. Наоборот, легкая форма—в виде транспирационного утомления—проходит и развивается быстро и не оставляет видимых последствий.

Такой же характер имеют и краткосрочные перегревы листа, подходящие более или менее близко к смертельной температуре. Как и при испарении, мы имеем здесь ряд степеней патологического расстройства: слабые, краткие, бесследно проходящие и длительные, сильные перегревы, кончающиеся смертью (запалом—засыханием листовой пластинки).

Снижение ассимиляции и переход листа от ассимиляции на дыхание есть тоже явление явно ненормальное. Оно ведет к подавлению и к прекращению накопления органического вещества и к появлению потерь его, т. е. к замене накопления органического вещества его тратою. Явление это по природе сложно. На разборе его я пока не буду останавливаться.

Все эти явления, вместе взятые, представляют, по существу, одно целое. В последнем мы различаем исходные расстройства и их следствия.

Исходным здесь, несомненно, является расстройство водного баланса. Сильное испарение под влиянием прямой инсоляции истощает запасы воды. Если пополнение их отстает от их расходования, наступает расстройство водного баланса, недостаток запаса воды снижает ее расходование. Это вызывает развитие того, что я назвал „транспирационным утомлением". Если подача воды по каким-то внутренним причинам повысится, наступают те временнные повышения транспирации, которые так характерны для транспирационного утомления на непрерывной инсоляции. Но они никогда не дают начального утреннего, более или менее спокойного хода испарения. Оправиться от утомления растение имеет возможность лишь при экранировании солнца облаками.

При засухе явление транспирационного утомления переходит в привядание и затем в завядание. Явление это сложно. Считать, что оно ограничивается одним водным балансом было бы ошибкой. Здесь участвуют и другие процессы в клетке [1].

Расстройство водного баланса, выражающееся в снижении испарения при полной инсоляции, неизбежно должно вести за собой расстройство термического баланса.

Транспирация, помимо других ее функций, является для листового аппарата основным регулятором его температуры.

Транспирация охлаждает лист. Если у последнего не хватает воды, чтобы держать испарение на той высоте, которой оно достигало до наступления транспирационного утомления, лист начинает испарять слабее. В силу этого температура его неизбежно должна подниматься. Это доказывается рядом опытов [2]. Экранирование солнца устраняет внешний фактор, требующий повышенного испарения для снижения влияния нагревания солнечными лучами.

---

[1] Внутренняя динамика процессов, приводящих к привяданию, сложна. Она отнюдь не может быть сведена к одним потерям воды в листьях, привядших и не привядших, взятых в одном и том же месте, в одно и то же время, с одинаковых внешне растений одного вида,— различается очень мало. Ср. полученные в нашей лаборатории данные И. Д. Мины.

[2] В опытах с длинными интервалами учета этой связи установить, конечно, нельзя. Она устанавливается лишь исследованиями микроколебаний.

Внутренние процессы, усилив подачу воды, дают листу возможность поднять испарение и тем снова снизить свою температуру.

Когда подача совсем расстроится, лист завядает. Тут начинаются еще не выясненные сложные процессы, которые каким-то образом дают возможность листу не переходить за смертельный предел температуры. Это и есть то, что спасает ксерофитов от смерти.

Но если и этот предел будет перейден, лист „сгорает".

Следующим звеном в цепи связей внутри изученного нами комплекса я считаю нарушение баланса обмена веществ, развивающееся вслед за нарушением термического баланса. Резкое и, как мы видели, быстрое повышение температуры на 8—10° должно вызывать резкое усиление дыхания (по имеющимся данным специальных исследований на эту тему—раза в 2—3). Это неизбежно должно, в большей или меньшей мере, снижать эффект ассимиляции CO_2 и маскировать ее истинную величину или, как я говорил выше, перекрывать ассимиляцию.

Последним звеном этих связей должно являться снижение накопления сухого вещества. Это ясно следует из приведенных выше наших опытов. Снижение урожая в случаях снижения усвоения CO_2, по сути процессов, ведущих к накоплению сухого вещества в растении, в глазах физиолога является неизбежным. Этот факт издавна доказывается элементарными лекционными опытами в курсах физиологии. В литературе, кроме того, есть данные, говорящие о том, что привядание снижает урожай.

Из всего вышесказанного можно видеть, что причиной резких особенностей „физиологии природных изменчивых полевых условий", по сравнению с классической „физиологией постоянных лабораторных условий", являются различия в состоянии комплексного физиологического баланса и баланса его компонентов.

Пока в состоянии растения нет признаков нарушения сбалансированности физиологической динамики растения в виде транспирационной или ассимиляционной депрессии, перегревов и проч., физиологические процессы протекают согласно с законами зависимости их от внешних факторов. Как только появляются вышеописанные явления расстройства водного и прочих балансов физиологического комплекса, сейчас же влияние этих внутренних факторов начинает искажать влияние внешних факторов. Это и составляет сущность особенностей „физиологии природных изменчивых условий".

Все, что говорилось выше о процессах, ведущих к накоплению урожая, относится к условиям, в которых лист находится в камере. Я полагаю, однако, что мы имеем достаточно оснований для перенесения наших заключений и на полевые процессы. Киносъемки движений листьев свеклы, находящихся вне камеры, достаточно убедительно свидетельствуют, что те же патологические уклоны физиологии листа происходят и вне камеры.

Временные перегревы листьев мы наблюдали и на листьях свеклы, не введенных в камеры.

Наконец, изменение экстерьера листьев, появление и исчезновение их матовости, потеря и возобновление блеска их поверхности мы наблюдали как в камере, так и вне ее.

Природное состояние объектов и их подготовка. Одним из основных правил экспериментальных наук является критическое отношение к исследуемому объекту, его строгий выбор и подготовка к опыту. Ни один опыт, даже с неживым объектом, не может быть начат, пока в нем не успокоились все те движения, все те перегревы или охлаждения, которые в нем существовали или были в нем вызваны манипуляциями при установке опыта. Без этого трудно решить, что́ в результате опыта будет зависеть от экспериментальных воз-

действий и что должно быть отнесено на долю еще не сгладившихся эффектов предшествующих опыту влияний.

В опытах с живыми растениями влияние динамики естественных условий развития сказывается в появлении расстройств в водном, термическом и прочих частных физиологических балансах. В результате получается нарушение общей сбалансированности динамики всего комплекса жизненных функций. Ликвидировать результаты этих возмущений и привести организм в такое состояние покоя, в какое приводится исследуемая неживая система физического опыта, конечно, нельзя.

Остановить течение физиологических функций нельзя. Здесь можно стремиться лишь выравнять их ход, сгладить в нем возмущения, вызванные колеблющимся ходом предшествующих геофизических влияний, и довести их ход до плавного, не сопровождаемого возмущениями, течения. Без этого изучение законов влияния того или другого фактора невозможно.

Эту цель и имели в виду исследователи в строго поставленных физиологических опытах при подготовке объектов. До сих пор делалось это по чисто эмпирическим основаниям: без такой подготовки опыты давали сбивчивые результаты. Наши исследования дали этим явлениям первую экспериментально обоснованную теорию.

Насколько эта подготовка объекта достигала цели, сказать трудно. Вопрос этот ближе не исследовался. Несомненно одно, что случаи, когда эта цель не достигалась, были нередки. По ходу работы всегда попадались загадочные „индивидуальные“ отклонения, „неудачные“ опыты.

У некоторых растений это состояние выравненной физиологической динамики достигалось быстрее и надежнее. Такие растения получили название „хороших объектов“. С другими растениями работать избегали. Опыты с ними давали сбивчивые, ненадежные результаты.

При наших исследованиях 1925—1932 гг. мы не имели ни одного экземпляра свеклы, пшеницы, проса, овса, гречихи, взятых без подготовки с полевой установки вегетационного опыта, у которых физиологические процессы не показывали бы вышерассмотренных колебаний.

Одним из часто встречающихся приемов физиологической характеристики сортов с. х. растений является определение „силы“ той или другой физиологической функции путем односрочных ее измерений в статическом разрезе. В этих опытах подготовки объектов к опыту обычно не делается: ждут, что объект сразу должен показывать постоянную интенсивность изучаемого процесса.

Не трудно видеть, как неосновательны эти ожидания и как мало надежны эти определения. Из рассмотрения любой из кривых, приведенных выше, легко видеть, что результаты измерения относительной „силы“ того или другого экземпляра растения зависят от момента, когда проведено измерение. Для одного растения этот момент может случайно совпасть с состоянием его утомления; для другого растения этого совпадения может не быть. При последующих определениях состояние растений может быть обратное. Эффект получится обратный.

Ясно, что такие измерения в статическом разрезе невозможны без основательной подготовки объекта и без уверенности в том, что подготовка эта достигла цели.

Вернее же к учету элементов комплекса физиологических процессов ведет исследование не их статики, а динамики.

Теория вышерассмотренных явлений

Влияние засухи на урожай. Из всего сказанного на предыдущих страницах я делаю следующие выводы.

Сущность влияния засухи заключается в том, что под влиянием сильной прямой инсоляции в листе, начиная с его верхних краев,

постепенно развиваются болезненные расстройства его комплексного физиологического баланса. Начинается с расстройства сбалансированности между отдачей воды через транспирацию и покрытием потерь со стороны сосудистой системы растения.

Расстройство имеет сначала слабую форму транспирационного утомления. Потом оно переходит в более тяжелую форму транспирационной депрессии и привядания. Наконец, оно может перейти в необратимое завядание, высыхание или запал.

Как следствие расстройства водного баланса, идет расстройство термического баланса. Начиная тратить все меньший и меньший процент поглощаемой энергии солнечных лучей на испарение воды, лист начинает перегреваться. Следствием перегрева листа является резкое усиление его дыхания. Последнее в свою очередь перекрывает ассимиляцию, которая и сама, может быть, понижается от перегрева листа. В конечном итоге накопление сухого вещества урожая перекрывается его тратой.

Таким образом, с моей точки зрения, всякий неурожай является следствием патологического расстройства обмена веществ растения.

Картина явлений, развивающихся в листе в часы зноя, сводится к чему-то такому, что в некоторых чертах напоминает известное в медицине явление лихорадки. Сущность исходных процессов болезненного состояния здесь иная. Но в конечном итоге и здесь происходит повышение температуры организма и, в конце-концов, его истощение, превышение трат организма над процессами их возмещения.

Колебания урожаев по отдельным годам. Выше мы видели, что все основные расстройства, так же, как и вызывающие их геофизические причины, в той или другой степени имеют место в любой летний солнечный день и в незасушливое лето. За все истекшие годы, разнообразные по степени их влажности и обилию солнечного сияния, мы не нашли ни одного солнечного дня без моментов вышеописанных „незакономерных" снижений и подъемов транспирации, температуры, дыхания и ассимиляции. Явления временного перекрытия ассимиляции дыханием на ярком свету были очень сильно развиты и резки в знойные дни сухих годов (1929—1930). Но они наблюдались и в яркие дни более влажных годов; только здесь они были менее развиты. Таким образом, все эти явления по своей природе обычны.

Внешние причины колебания урожаев в отдельные годы. При недостаточно активном нашем воздействии на внешние условия природы, т. е. при недостаточно высокой агротехнике (весь комплекс мероприятий по уходу за растениями) вышеуказанные болезненные уклоны динамики комплексного физиологического баланса в засушливые годы могут достичь своего крайнего развития, что неминуемо повлечет за собою снижение урожая. Меньшая степень развития этих заболеваний при менее выраженной засухе даст в данном случае слабее выраженное снижение урожая.

Сущность физиологических причин, обусловливающих высокий урожай, заключается в том, сколько за период создания урожая этого года в рабочих днях листа было часов его здорового, вполне работоспособного состояния, когда он энергично разлагал CO_2 и накоплял органическое вещество.

Сущность процессов, снижающих высоту урожая, заключается в том, какой процент рабочего дня листа для него был временем перехода в болезненное состояние утомления, перегрева и проч. Это болезненное состояние листа и было причиной снижения работоспособности листа, снижения интенсивности усвоения им CO_2 и накопления органического вещества.

В условиях полной обеспеченности почвенного питания, высота урожая обусловливается степенью развития вышеуказанных патологических уклонов в физиологии листа, а также тем, на какие моменты в ходе раз-

вития растения эти патологические уклоны падали. В годы с большим числом таких дней и с большим числом часов сниженной работоспособности листа, суммарная эффективность его работы по созданию органического вещества урожая ниже, и, обратно, в годы с небольшим числом таких дней число часов с депрессией накопления сухого вещества меньше и соответственно этому урожай выше. Недостаток влаги резко обостряет эти явления.

Неурожай при засухе есть лишь достигший крайних степеней случай обычных снижений.

Сущность засухоустойчивости (засухоурожайности). Исходной установкой наших работ было изучение засухоустойчивости как вопроса об урожайности в условиях засухи.

Результаты наших исследований дали отчетливую картину процессов, ведущих при зное и засухе к снижению урожая. В ней нет никаких указаний ни на ксероморфные структуры, ни на физиологические свойства ксерофитов. Наши данные переносят весь вопрос в плоскость проблем о здоровом и больном состоянии организма, в область патологической физиологии.

В то же время, как мы видели, разные экземпляры разных сортов свеклы или даже разных рас одного и того же сорта, в одинаковых условиях, обнаруживают большие различия в степени развития болезненных уклонов физиологической динамики (фиг. 12 и 13). Чем сильнее развиты эти уклоны, тем более пониженным является и суммарный итог дневного фотосинтеза.

Исходя из этих фактов я делаю следующие выводы.

1. Мерою засухоурожайности растения является степень устойчивости здорового (а значит, и работоспособного) состояния его листьев во время знойных и сухих дней.

2. Засухоурожайные (засухоустойчивые) растения—это растения сильные, устойчивые, выносящие прямую инсоляцию и недостаток влаги с наименьшим развитием болезненных уклонов динамики комплекса своих ведущих физиологических процессов.

Растения незасухоурожайные—это растения слабые, малоустойчивые в условиях зноя и засухи, легко и часто переходящие в состояние транспирационного утомления, перегрева, ассимиляционной депрессии и проч.

Сущность связи транспирации с ассимиляцией. Теперь мы можем дать определенный ответ на вопрос о соотношениях между ассимиляцией и транспирацией растения. Я уже указывал выше на неувязку по этому вопросу во мнениях физиологов, говорящих об отсутствии „причинной" связи между ассимиляцией и транспирацией, и производственников, говоривших о неурожаях при засухе. Противоречий здесь в сущности нет. Здесь просто речь идет о разных вещах. Обычной установкой исследовательской мысли современного физиолога классического направления является физико-химический анализ физиологических явлений. Это проблема теории, имеющая большое значение и в физиологии, и в общей биологии—проблема центральная в этой области. Именно к этой области относится тезис физиологов об отсутствии вышеуказанной „причинной" связи. Действительно, из всего, что мы знаем пока по физико-химической теории ассимиляции, об этой связи ничто пока не говорит.

Вопрос об урожае и водном балансе[1] относится к совсем иной области—к сфере взаимодействия отдельных физиологических процессов как компонентов одного нераздельного целого—физиологического комплекса.

При рассмотрении этих взаимоотношений мы видели, что связь транспирации с ассимиляцией имеется совершенно реальная. Она реализуется

[1] Отнюдь не о водном балансе и выживании ксерофитов при засухе.

не по линии физико-химической связи процессов испарения H_2O и усвоения CO_2, а по линии сложных внутренних влияний транспирации на конституциональные условия процесса ассимиляции в клетке.

Вопросы физиологического освещения работ производства

А. Селекция

Какова сущность физиологических особенностей сахарной свеклы, которых должен искать и избегать в своем материале селекционер при отборе на повышение урожайности и на устойчивость урожаев в условиях засушливого климата?

Мы видели, что экземпляры из различных сортовых популяций сахарной свеклы при параллельном исследовании неизменно обнаруживали четкие различия в развитии явлений временного перегревания, депрессии, транспирации и ассимиляции и пр. Очень убедительно, например, свидетельствуют об этом кривые хода температуры листа у трех экземпляров свеклы.

Таким образом, имеются индивидуумы, дающие в одно и то же время в одних и тех же условиях одного и того же комплексного опыта сходные по общему типу, но резко различные в количественном отношении, колебания температуры листа при совершенно невозмущенной тучами инсоляции. Здесь целая градация амплитуд колебаний температуры. В то время как у одного экземпляра повышение температуры листа от перегрева достигает почти смертельной точки, у другого перегрев меньше, а у третьего еще меньше.

О таких же различиях в физиологической динамике у разных экземпляров сахарной свеклы говорят все остальные наши опыты и все киносъемки движения листьев.

Все эти индивидуальные особенности с полной уверенностью можно отнести на долю генотипических различий. Все три экземпляра были одного дня посева, развивались в рядом стоявших сосудах с одним и тем же по составу и влажности почвенным субстратом и исследовались с помощью совершенно идентичных аппаратов и методов, с предварительным доведением влажности почвы до одной высоты.

Сильное развитие этих болезненных явлений ясно свидетельствует о способности листа легко переходить в состояние утомления и депрессии и о слабой устойчивости его нормальной физиологической динамики. Наоборот, меньшее развитие вышеуказанных болезненных явлений говорит о меньшей склонности листа переходить в состояние утомления и, следовательно, о большей устойчивости его нормального здорового состояния и его работоспособности.

Раз в составе популяций сахарной свеклы есть такое разнообразие в развитии только что рассмотренных физиологических свойств биотипов, здесь возможен отбор. Селекция обладает уже рядом основных признаков, по которым она успешно ведет свои работы по отбору на урожайность. Наши исследования дают дополнительные указания.

Из популяций сорта, уже отобранного обычными приемами на высокую урожайность, необходимо отбраковать все экземпляры слабые, легко и с ранних часов дня обнаруживающие признаки болезненного утомления, в результате чего останутся экземпляры стойкие, крепкие, удовлетворяющие, кроме того, всем обычным требованиям, предъявляемым к урожайному сорту[1].

[1] Эти представления акад. Е. Ф. Вотчала относятся, конечно, к тем растениям, которые имеют потенциальные возможности к большой продуктивности, но не могут реализовать их вследствие расстройства водного режима. Но существуют растения, которые сохраняют благоприятный водный режим и в то же время не обладают потенциальными возможностями для высокого урожая. Так, например, большинство диких Beta не подвядают, но и дают низкий урожай. Эти случаи выходят из круга излагаемых представлений. *Ред.*

Отбор этот требует систематического изучения состава популяции и ее развития на поле.

Все вышеуказанные признаки имеют значение лишь в динамическом разрезе. Необходимо наблюдение за ходом постепенного развития вышеуказанных болезненных симптомов в течение дня. Особенно показательны здесь начальные стадии их развития и исчезновения. Показательны и скорость перехода этих начальных стадий к привяданию и пониканию листвы. Характерно и время начала их развития утром, и быстрота их продвижения по листу и проч. Все это должно быть предварительно тщательно изучено на поле. Только после этого может быть выработана стандартная диагностика типа медицинской диагностики.

Полное привядание, взятое в статическом разрезе, совсем не показательно. При сильной засухе вянут, в конце-концов, и слабые и сильные экземпляры.

Из тех же данных следует, что отбор на засухоустойчивость того, что уже отобрано на урожайность, не связан по времени с годами засухи. Последние в этом случае имеют значение лишь как годы проверки работы, годы возможности видеть явления в их резко выраженном развитии. Но основные свойства засухоустойчивости и незасухоустойчивости урожайного растения можно констатировать в любой знойный день хотя бы и холодного и дождливого лета. Для ускорения работы это не может не иметь значения.

Теоретическое обоснование отбора на устойчивость урожайности сводится к следующему.

Выше уже указывалось, что все патологические уклоны в физиологической динамике наблюдаются не только во время засухи, но и в жаркие летние дни любого, хотя бы и дождливого лета. Здесь они выражены только гораздо слабее. Наличие большего или меньшего развития этих явлений отражается на высоте урожая, получаемого в тот или другой год. Слабое развитие в знойные дни патологических уклонов физиологической динамики должно приводить и к слабой отзывчивости на знойные часы обычного дня, следовательно, и к устойчивости урожаев. Таким образом, устойчивость урожаев, по своим физиологическим основам, имеет ту же природу, что и засухоустойчивость. Те особенности генотипической конституции, которые создают засухоустойчивость, лежат и в основе устойчивости урожайности сорта. И отбор на засухоустойчивость является одновременно отбором на устойчивость урожаев.

Для практики селекционной работы физиологическое освещение этих вопросов также дает ряд указаний.

Основное указание полевой физиологии имеет для селекционной работы прежде всего методическое значение. Мы указали, что при отборе в рассматриваемом направлении, наряду с основными приемами, исходящими из статических учетов урожая и изучения статики экстерьера, возможны и пути, опирающиеся на данные изучения индивидуальных особенностей динамики процессов, играющих ведущую роль при создании урожая.

Необходимые указания можно найти не только в том, сколько сухого вещества образовали листья данного экземпляра за весь сезон, но и в том, насколько стойко они поддерживали свое здоровое состояние в периоды работы в течение жарких дней. Эти данные получаются уже летом и требуют длительного систематического наблюдения.

Мы указали, далее, на возможность вести производственную работу, исходя не только из тех оснований, которыми она пользуется до сих пор.

Признаков желательных производственных свойств селекционируемого материала до сих пор обычно ищут путем установления эмпирических корреляций урожая с теми или другими чертами экстерьера, физиологических свойств или состава растений.

Указания теории исходили до сих пор из общих соображений на основе законов классической нормальной физиологии или из данных экологии ксерофитизма[1].

Мы указали на возможность обоснования селекционной работы данными прямого экспериментального изучения того, что происходит на поле, и выводами из экспериментально обоснованной теории урожая и засухоурожайности. Мы указали на возможность отбора путем отыскания у отдельных экземпляров сортовой популяции определенных признаков присутствия или отсутствия свойств, необходимых или нежелательных для целей отбора. Признаки эти обосновываются не догадками, а четким экспериментальным указанием и разъяснением их связи со свойствами, отыскиваемыми селекционером.

Производственной селекции, однако, недостаточно одного умения ориентироваться среди явлений полевой засухи. Ведя отбор на засухоустойчивость, необходимо прежде всего иметь возможность распознать все засухоустойчивое и незасухоустойчивое на поле. Практически это есть самое основное, что нужно производству.

Те патологические уклоны физиологической динамики, в которых проявляется влияние зноя и засухи, сами по себе непосредственно не могут служить для целей диагностики.

Для диагноза нельзя использовать ни транспирационного утомления, ни патологических уклонов газообмена.

Для всего этого нужны сложные и тонкие установки, неприменимые в массовой работе. Их нельзя заменить простыми экскурсионными установками экологии, которые недостаточно точны, а к тому же еще и громоздки для массовой работы.

Нельзя для диагноза использовать и перегревы листьев. Их уловить трудно; они скоропроходящие. Объект так тонок и масса измеряемых участков так мала, что при быстром просмотре массового материала, если бы даже и был уловлен момент перегрева, последний был бы снят прикосновением рук и аппаратуры. Все эти перегревы уловимы лишь при постоянных установках. Наконец, нельзя без киносъемки заметить и начальные слабые симптомы расстройств водного баланса.

Но независимо от этого, все вышеупомянутые приемы вообще совершенно неуместны в производстве. По существу, все они являются специальными исследованиями. Между тем, производству нужно не исследование, а быстрый диагноз того, что изучено уже раньше.

Среди симптомов, изученных нами, есть, однако, и такие, которые легко доступны для наблюдения и оценки. Это те внешние выражения изменений в состоянии тканей листа, которые связаны с особенностями физиологической динамики листа в часы зноя и засухи. Симптомы эти очень показательны.

Таковы прежде всего изменения в блеске поверхности листа, связанные с изменениями его тургесценции.

О различной степени выраженности этих явлений у разных экземпляров свеклы я упоминал уже выше. Максимальная степень блеска поверхности листа у разных экземпляров сортовой популяции, в большей или меньшей степени, различна. При всех сравнительных исследованиях это должно быть принято во внимание. Но не этот максимальный блеск является в данном случае характерным. Важно знать, насколько рано утром, насколько часто и резко появляются на листьях и насколько большие площади на их мезофилле занимают эти участки временного потускнения.

В целях количественной оценки степени блеска или матовости листовой поверхности, я сконструировал специальную стандартную шкалу блеска (фиг. 14). В качестве эталонов я взял клиновидные стекла. Одна поверхность клина была отшлифована при помощи шлифовальных по-

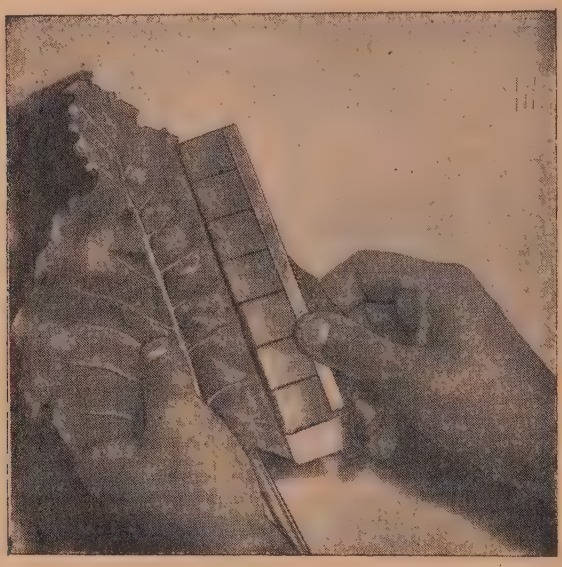
[1] „Сосущая сила", „сила роста", способность выносить длительное завядание.

рошков разной крупности зерна. 8 таких стекол, положенных рядом на черную поверхность, были скреплены металлической оправой. Прикладывая шкалу тонким краем ее клиновидных стекол к поверхности листа, легко было оценить степень блеска и матовости листа в № ступени шкалы эталонов.

Столь же характерны и легкодоступны для оценки и колебания механических свойств мезофилла.

Они развиваются параллельно с изменениями блеска листьев. Нормально тургесцирующий лист свеклы, имеющий поверхность, сильно отражающую лучи, и блестящий—при крутых изгибах легко ломается. Он не эластичен и почти совсем не вытягивается при растяжении.

Лист подвядающий, потерявший блеск—легко гнется, не ломается. Он, наоборот, очень эластичен. При растяжении он дает значительные удлинения. В то же время поверхность листа, бывшая вначале матовой при растяжении приобретает блеск почти такой же интенсивности, какую, лист имел и при нормальном тургоре. По прекращении вытягивания лист укорачивается и опять делается матовым [1].



Фиг. 14. Шкала блеска листьев

Между первым и вторым случаем есть ряд переходов.

Применяемые для растяжения усилия и получаемые удлинения листа, а также предельное натяжение, ведущее к разрыву листа, легко определяются прибором. Для полевой работы этот прибор чересчур сложен. Его можно упростить, но это едва ли нужно. Для целей полевой диагностики достаточна простая оценка путем растягивания соответствующих мест листа руками. Здесь приходится комбинировать показания наблюдений над изменением блеска с впечатлениями от усилий, которые приходится применять при растяжении листа, а также с наблюдениями над влиянием последнего на восстановление блеска потускневших участков. В сумме это дает достаточно полное представление о расстройстве нормального состояния данных участков листа.

Характерны и явления потемнения зеленой окраски листа в утомленных, под влиянием интенсивной инсоляции, местах его пластинки. Их труднее, однако, подметить при просмотре материала. Но при ближайшем обследовании уже отмеченных экземпляров эти потемнения, однако, могут внести существенные дополнения в суммарную картину. Для полевой оценки этих местных потемнений сконструирована шкала определения окраски листьев (фиг. 15).

Наконец, такое же дополнение в общую характеристику поведения листа изучаемых растений вносят и явления временного слабого поникания конца и краев пластинки.

---

[1] Считаю нужным отметить, что явления угнетения листвы, несколько сходные по внешности с только что описанными, мне случалось наблюдать при длительной холодной, пасмурной, чисто осенней погоде, летом 1933 г., после затяжных холодных дождей, вызвавших заболачивание почвы данного места. Эти явления имеют тоже патологический характер, но детали и их природа совершенно иные.

При некотором навыке они различаются и отмечаются легко и без киносъемок.

Б. Агрономические мероприятия по регулированию водного баланса свеклы на поле

Наши исследования привели меня к некоторым выводам, имеющим отношение к вопросам орошения.

В работах по изучению влияния влажности почвы на развитие растений, к исследованиям принято подходить как к опытам, проводимым согласно основному правилу физиологии: с соблюдением постоянства и строгой определенности и сравнимости внешних условий.

Поэтому процент влажности почвы при этих исследованиях держится постоянным. Однако, системой поливок достичь этого в полной мере нельзя. В связи с этим ведется работа по изобретению приборов для непрерывного автоматического регулирования постоянства влажности.

Фиг. 15. Шкала Вотчала для определения окраски листьев сахарной свеклы

В природных условиях постоянства влажности почвы на поле не существует. Я не буду говорить о том, насколько равномерность распределения воды практически осуществима в области микроявлений—в окружающих корни почвенных зонах (в так называемых ризосферах). Не могу не отметить, что в комплексе сложных взаимоотношений растения и почвы играет роль не только водный обмен, но и газовый обмен между почвой и корнем[1] и между почвой и атмосферой.

Наши опыты показали, насколько важно, чтобы свекла располагала обилием (80%) влаги в почве в те моменты сухости и зноя, которые угрожают листу развитием болезненных явлений транспирационного утомления, перегревов и ассимиляционной депрессии. Мы видели, что дело здесь сводится к тому, чтобы растение в те часы жарких дней, когда ему приходится испарять очень много воды, имело возможность легко и быстро пополнять ее содержание в листьях из обильных запасов влаги в почве, окружающей главную массу поглощающих аппаратов корня.

Не следует ли диференцировать понятие о проценте почвенной воды, необходимой растению, на два типа—процент воды, потребной для хорошего развития растения вообще, и процент воды, необходимой ему

[1] Е. Ф. Вотчал. Влияние условий асфиксии на работу корня, „Труды Киевского о-ва естествоиспытателей", 1914.

при усиленном расходовании воды в часы зноя, чтобы сохранить динамику своего комплексного физиологического баланса от патологических уклонов и тем сберечь полную работоспособность своих листьев. Первый тип можно было бы назвать влажностью обыденной потребности в воде, второй—влажностью часов потребности в интенсивных тратах воды.

Свекле необходимо, конечно, всегда иметь достаточное количество воды в почве. Но, быть может, в целях получения высокого урожая, для нее еще более важно иметь очень много воды в почве в те часы, когда растению требуется очень много воды, чтобы не снизить свою ассимиляцию[1].

Практике нельзя не считаться с таким фактом из области теории.

Из всего предыдущего можно сделать следующие практические выводы.

Для того, чтобы ирригация была рациональной, в деталях она должна определяться не только календарным расписанием, но в большей мере прямыми указаниями со стороны потребности растения в воде.

В этом деле диагностические приемы, описанные выше для целей селекции (определения блеска поверхности листьев, их матовости, их эластичности и проч.), могут быть полезны. Появление признаков утомления в виде матовых пятен на концах листьев, развитие эластичности их пластинки и проч. должно сигнализировать о необходимости подачи воды корням свеклы.

Наоборот, сильный тургор листьев, их блеск, малая эластичность, ломкость и проч. являются признаками отсутствия необходимости поливки[2].

Все вышеизложенное невольно приводит к такому заключению.

Вид свекловичной плантации, при переходе от утра к часам зноя и сухости жаркого летнего дня, всегда начинает проявлять черты чисто клинического характера в виде появления признаков утомления листьев на яркой инсоляции. В конечном счете, как мы видели, это говорит нам о начале угнетения процесса ассимиляции. Постепенно эти симптомы усиливаются. Все это ведет и к снижению общего урожая, и к подавлению образования сахара в листьях.

Если бы в это время можно было быстро подать воду непосредственно в пахотный слой (где развивается главная масса поглощающих аппаратов корня), то, быть может, мы могли бы этим остановить или ослабить развитие указанных болезненных процессов в листе. Здесь подход агронома должен строиться по типу подхода врача.

Наши кинематографические съемки показали, что после поливки восстановление тургора идет быстро. Первые признаки оправления листьев (поднятие их пластинок и черешков) начинается уже через несколько минут после поливки. Поглощение и передача воды в листья идет быстро.

---

[1] Не стоят ли в связи с неразграничением этих двух типов необходимого в почве процента воды, некоторые расхождения мнений в оценке оптимальной влажности почвы для свеклы (60% обычно, 80%—И. К. Малюшицкий). Опыты в этом направлении велись при постоянной влажности почвы.

[2] До внедрения в практику все это должно пройти стадии опытной полевой проработки и хозяйственной оценки. Ни то, ни другое пока не входило в задания, которые стояли перед нами.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

Проф. П. А. ВЛАСЮК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ НА УДОБРЕНИЕ ПОД САХАРНУЮ СВЕКЛУ

(Агрохимическая лаборатория ВНИС)

Вопрос об использовании поваренной соли (NaCl) на удобрение под с. х. растения поднят давно. У нас, в СССР, над обоснованием этого вопроса работают многие научно-производственные организации и исследователи.

Наряду с широким применением местных органических и минеральных удобрений, в условиях правильных травопольных севооборотов, представляет большой интерес создание наиболее перспективной для совхозов и колхозов системы питания растений, поднимающей на более высокий уровень производительность труда.

Разработка системы питания должна быть направлена к повышению урожая всех культур севооборота, на основе сочетания приемов удобрения и обработки почвы с физиологическими свойствами растений и особенностями почвы.

В отношении разработки системы питания сахарной свеклы, которая обеспечивается органо-минеральными и местными удобрениями, немаловажное значение имеет развернувшееся за последние годы применение новых удобрений.

Являясь активизаторами лучшего использования всех видов удобрений, разложения навоза в почве, создания в почве прочной структуры, синтеза и передвижения сахаров и других веществ в растении, и в то же время обеспечивая более экономное расходование основных питательных веществ на образование высокого урожая, новые удобрения, помимо физиологического их значения, приобретают еще немалую производственную ценность, тем более, что большинство их добывается в нашей стране в огромных количествах.

Среди новых удобрений (марганцевых, магниевых, борных, торфотуковых и др.) определенное место занимает поваренная соль, содержащая натрий и хлор, а также примеси магниевых, борных и др. соединений.

Поваренная соль как удобрение для сахарной свеклы изучалась давно; однако, широкое использование ее в производстве до сих пор не осуществлено, главным образом, потому, что изучение этого вопроса было оторвано от производства и выводы научно-исследовательских работ не проверялись на практике и не внедрялись в производство.

Многие исследователи долгое время придерживались того мнения, что натрий и хлор (первый—распылением структуры почвы, а второй—задержкой процессов образования углеводов в растении) будто бы всегда приносят вред для производства, между тем как прямые опыты по использованию поваренной соли в качестве удобрения, в определенных условиях, свидетельствуют о положительном действии этих элементов на увеличение урожая.

Вагнер (1) давно указал на то, что ряд с. х. культур не дает достаточно высокой продуктивности только потому, что для развития растений во многих почвах нехватает подвижного натрия. Исходя из этого,

во многих западноевропейских странах широко пропагандируется применение сырых сильвинитов и других продуктов калийного производства, содержащих в себе много поваренной соли. Нередки и у нас случаи, когда эту западноевропейскую практику многие пытаются некритически переносить в условия нашего социалистического с. х. производства, главным образом, из-за слепого раболепия перед авторитетом Вагнера.

В СССР, в целях правильного и полного обеспечения нужд сельского хозяйства, а также в целях разгрузки транспорта от непроизводительных перевозок, сильвинит перерабатывается на высококонцентрированные 40% и 60% калийные соли. Сырые калийные соли Соликамского месторождения во многих случаях, действительно, могут быть более эффективны, чем некоторые концентрированные, потому что в них много содержится поваренной соли и других полезных примесей. Это подтверждается следующими данными (2).

Таблица 1

Прибавки в урожае сахарной свеклы от внесения калийных удобрений на разных почвах (в процентах к урожаю по калийным солям)

Удобрения	Слабо выщелоченные черноземы	Средне выщелоченные черноземы	Оподзоленные почвы	В среднем по району свеклосеяния
Сильвинит	123	140	733	141
Хлористый калий	82	144	160	109
Сернокислый калий	69	80	78	78
Бардяной уголь	42	188	83	81

Как видно из таблицы, наиболее эффективной формой калийных удобрений под свеклу в этих опытах оказался сырой сильвинит. Принимая во внимание, что большинство используемых в совхозах и колхозах калийных удобрений содержит много хлористого калия, который, как это видно из приведенной выше таблицы, тоже действует лучше, чем обычный сильвинит, завоз и применение калия под свеклу осуществляется преимущественно за счет использования 40% и 60% калийных солей.

Вполне основательно здесь может быть поставлен вопрос о возможности повышения эффективности калийных солей при применении их в с. х. производстве. Этой цели наиболее удовлетворяло бы использование поваренной соли, если бы были изучены условия ее применения и физиологическая сущность действия на почву и растение содержащихся в ней натрия и хлора. Следует, однако, отметить, что по этому вопросу в настоящее время имеется сравнительно мало исследований.

Между тем, с урожаем сахарной свеклы в 450—500 ц, по нашим исследованиям 1937 г., выносится с каждого гектара: в корнях—около 110 кг и в ботве—около 300 кг окиси натрия.

Учитывая, что, в среднем, содержание окиси натрия в сухом веществе корня сахарной свеклы составляет 0,6—0,9%, а в сухом веществе листьев—до 4%, следует считать, что натрий необходим с. х. растениям для некоторых физиологических процессов.

Роль хлора, содержащегося в поваренной соли, с физиологической стороны мало изучена, однако, в силу того, что анион хлор энергично поступает в растение, вместе с ним попадают в растение и связанные с ним катионы.

При недостатке в питательной среде нитратов, физико-химические функции последних свойственны хлору. Поэтому хлор, вносимый в поваренной соли, отрицательного влияния на сахарную свеклу, повидимому, так же, как и натрий, не оказывает.

Таким образом, вопрос об использовании поваренной соли как удобрения под сахарную свеклу заслуживает не только дальнейшего изучения, но и широкой производственной проверки в совхозах и колхозах.

В небольших размерах опыты с поваренной солью были проведены ВНИС в 1934 (3) и в 1936 (4) гг. На основании этих работ было установлено, что использование поваренной соли в качестве удобрения дает возможность повысить урожай сахарной свеклы на 40 ц/га—при осеннем внесении и от 13 до 33 ц/га—при внесении летом в виде подкормки. При этом сахаристость свеклы повышалась на 0,2—0,5%.

Наиболее высокие прибавки в урожае и сахаристости сахарной свеклы могут быть получены при использовании поваренной соли для подкормок в том случае, когда соль вносится вместе с азотными удобрениями.

Несмотря на полученные положительные результаты, все же в опытах 1934 и 1936 гг. далеко не были выяснены все условия, при которых возможно широкое использование поваренной соли; к тому же в некоторых районах опытное применение поваренной соли не увенчалось успехом.

Учитывая ряд невыясненных в опытах 1936 г. вопросов, агрохимическая лаборатория ВНИС проводила опыты с применением поваренной соли и в 1937 г. К этому обязывали еще указания лично тов. А. И. Микояна, предложившего Главсахару и ВНИС „смело и быстро поставить полевые опыты и зависимо от их результатов перейти к массовому применению“ (5). Кроме того, в соответствии с постановлением СНК УССР, ВНИС расширил свои весенние опыты 1937 г., дополнительно включив в них опыты по схеме проф. М. А. Егорова, поставившего этот вопрос в своей докладной записке в СНК УССР.

В 1937 г. ВНИС проведено свыше 60 полевых опытов по применению поваренной соли в производственных условиях совхозов, на опытных станциях и на опытных пунктах Главсахара.

Кроме полевых опытов, агрохимическая лаборатория ВНИС, путем постановки вегетационных опытов в Институте, провела ряд исследований, касающихся изучения влияния поваренной соли на рост и сахаристость свеклы.

В результате всей этой научно-исследовательской работы, проведенной в 1937 году, по отдельным вопросам нами получены следующие материалы.

I. Значение поваренной соли для роста и развития сахарной свеклы

Изучение физиологического значения поваренной соли в питании сахарной свеклы нами осуществлялось путем проведения вегетационных опытов в водных и песчаных культурах, с применением разных доз поваренной соли в определенные периоды вегетации свеклы.

Опыты в водных культурах были проведены с целью установления оптимальных доз, а также, чтобы выяснить, в какие периоды вегетации сахарная свекла наиболее отзывчива на элементы поваренной соли.

В песчаных культурах изучался вопрос о времени и необходимой частоте подкормок свеклы поваренной солью.

В первом опыте, где изучались дозы поваренной соли от 0,1 г до 3,2 г на литр питательной смеси, за 55 дней роста свеклы получены следующие результаты (среднее из 5 повторностей).

Таблица 2

Влияние разных доз поваренной соли на рост сахарной свеклы

Схема опыта / Вес (в граммах)	Дозы поваренной соли (в граммах на литр питательной смеси)					
	0 (контроль)	0,1	0,8	0,9	1,6	3,2
Корня	18,5	22,5	30,6	51,3	70,4	62,5
Ботвы	24,33	39,4	44,6	82,2	108,5	94,5
Всего растения	42,38	61,9	75,2	133,5	178,9	157,0

Приведенные данные со всей очевидностью показывают, что сахарная свекла является весьма натриелюбивым растением. В диком состоянии свекла, как известно, наиболее распространена в условиях среднеазиатских соленосных и приморско-речных мангровых и маршевых геологических наносов, поэтому галитофильность свеклы, повидимому, развита везде.

Вопреки указанию Гильгарта, будто свекла способна выдерживать действие больших количеств хлористого натрия (превосходно развиваясь там, где другие растения погибают), и вразрез с особенностями ее распространения, наши, совместно с А. Ф. Федосовой, исследования показали, что доза поваренной соли в 3,2 г на литр раствора в водных культурах уже оказывала вредное влияние на рост свеклы.

Из приведенных нами данных видно, что свекла без внесения поваренной соли развивалась ненормально. Наиболее эффективной для водных культур в нашем опыте оказалась доза в 1,6 г поваренной соли на литр раствора, давшая наибольший вес корня (70,4 г), ботвы (108,5 г) и наибольший вес всего растения (178,9 г). Эту дозу поваренной соли (1,6 г на литр раствора) мы и принимали во всех других опытах, как необходимую для роста свеклы в первоначальный период вегетации.

Принимая во внимание данные исследований Ара, Штромера, Воле и др., получивших высокие прибавки при внесении поваренной соли только на высококультурных почвах по фону полного органо-минерального удобрения, а также учитывая разноречивые результаты опытов Егорова, наших, опытной сети Наркомзема и других исследователей, проведенных у нас в СССР, мы считали необходимым изучить, какие же дозы поваренной соли, вносимые в разные периоды, оказывают наилучшее влияние на рост и развитие сахарной свеклы и способствуют наиболее полному использованию ею других питательных веществ.

С этой целью были заложены опыты в водных культурах. Полученные результаты приводятся в таблице 3.

Таблица 3

Рост свеклы в период от 27/V до 11/VII 1937 г. при внесении поваренной соли

Вес и сахаристость	Питательная смесь для получения, в среднем, 100 г корня и 150 г ботвы					
	Без внесения поваренной соли (контроль)	1,6 г (норма) поваренной соли (27/V)	0,5 нормы поваренной соли (27/V)	Поваренная соль: 0,5 нормы (27/V) + 0,5 нормы (25/VI)	Поваренная соль: норма (27/V)+1,5 нормы (9/VI)	0,5 нормы поваренной соли + норма 0,024 г сульфат марганца
Вес корня (в граммах)	89,34	92,0	103,0	133,0	16,0	142,0
Вес ботвы (в граммах)	125,0	172,0	176,0	168,0	39,0	175,0
Сахаристость (в процентах)	12,2	12,02	13,31	12,8	12,8	12,9

Как видно из таблицы, довольно энергичный рост свеклы наблюдался при внесении нормы поваренной соли не сразу, а равными частями (по 0,5 нормы) в два срока. Что же касается более высоких доз, то внесение их вызывало сильное угнетение роста свеклы в начальный период вегетации, хотя сахаристость при этом не снижалась.

Наиболее высокая сахаристость свеклы наблюдалась в том случае, когда 0,5 нормы поваренной соли было внесено при закладке опыта (повышение сахаристости против контроля на 1,11%).

Более энергичный рост свеклы был вызван дополнительным внесением, вместе с поваренной солью, незначительного количества марганца в виде сульфата. Сравнение веса корня и ботвы, а также процента сахаристости, полученных при однократном внесении полной нормы хлористого натрия и при таком же внесении половинной нормы, с однородными показателями, полученными при внесении полной нормы равными частями в два срока, указывает на то, что натрий, в условиях водных культур, необходим свекловичным растениям не сразу после посева и появления всходов, а несколько спустя.

Для более полного освещения вопроса приводим результаты опыта в песчаных культурах, где свекла развивалась до полного созревания (табл. 4).

Таблица 4

Результаты подкормки свеклы поваренной солью в условиях опыта песчаных культур [1]

Вес и сахаристость	В питательную смесь песчаных культур дополнительно внесена еще одна норма (1,6 г на литр) поваренной соли									
	Без внесения поваренной соли (контроль)	Внесено в один срок	С марганцем в один срок	В четыре срока	В первые три срока	В первые два срока	В средине июня в один срок	В конце вегетации в один срок	В конце вегетации в два срока	В конце вегетации в три срока
Вес корня (в граммах) .	385	382	480	466	456	412	416	495	450	495
Вес ботвы (в граммах) .	168	200	177	155	150	180	160	280	155	135
Сахаристость (в процентах)	17,31	19,2	—	19,2	20,3	19,4	18,35	18,1	21,3	17,2

Таким образом, наиболее эффективным оказалось внесение дополнительной нормы поваренной соли в конце вегетации. Этот эффект был одинаковым и при внесении указанной нормы в три срока.

Судя по весу корня и сахаристости, свекла лучше всего выдерживает большую концентрацию хлористого натрия при внесении дополнительной нормы поваренной соли не сразу, а в несколько приемов в период июль—август. Одну норму поваренной соли при подкормке наиболее целесообразно вносить, как это установлено предыдущими опытами, в два срока.

Все эти данные свидетельствуют о том, что натрий, входящий в состав поваренной соли, является необходимым элементом питания сахарной свеклы.

II. Полевые опыты в производственных условиях

При проведении полевых опытов в свеклосовхозах положительное влияние поваренной соли на рост и развитие сахарной свеклы выразилось в значительном увеличении веса растений, что видно из таблицы 5.

[1] Поваренная соль вносилась в следующие сроки: 15 мая, 15 июня, 15 июля и 15 августа.

Таблица 5

Эффективность поваренной соли, как активизатора роста сахарной свеклы

Совхозы	Время определения	Вес свекловичных растений	
		По внесенным удобрениям без поваренной соли	По внесенным удобрениям + поваренная соль
Хреновецкий	Во время прорывки	Вес 100 растений 123 г.	3 ц/га поваренной соли под культиватор. Вес 100 растений 186 г.
Сталинский	21/VI	Половина нормы калия заменена натрием. Вес 100 растений 1340 г.	Полное минеральное удобрение + поваренная соль. Вес 100 растений 2040 г.
Томашпольский	11/VIII	Внесение удобрений такое же. Средний вес одного корня 203 г.	Внесение удобрений такое же. Средний вес одного корня 251 г.
Капитановский	15/VIII	Средний вес одного корня 217 г.	3 ц/га поваренной соли под культиватор. Средний вес одного корня 250 г.
Кагарлыкский	22/VIII	Средний вес одного корня 258 г.	Средний вес одного корня 270 г.
Узинский	27/VIII	Средний вес одного корня 280 г.	Средний вес одного корня 258 г.

С целью установления возможной активизации роста сахарной свеклы при внесении поваренной соли под глубокую пахоту, в свеклосовхозах были проведены полевые опыты, в которых выяснялось действие хлористого натрия на рост свеклы на фоне полного минерального удобрения (NPK) и изучалась возможность усиления натрием действия калия, а также использование хлористого натрия вместо калийных солей в основном удобрении. Результаты этих опытов сведены в таблице 6.

На слабо выщелоченных почвах Харьковской области и высокоокультуренных выщелоченных почвах Курской области наиболее эффективным действие поваренной соли оказалось в том случае, когда на фоне фосфорнокислых удобрений, внесенных вместе с азотнокислыми удобрениями под глубокую пахоту, поваренная соль была внесена вместо калийных солей. Учитывая высокий уровень урожая контрольных полос в Грибановском свеклосовхозе и в совхозе им. Тельмана (340—366 ц/га) и полученные здесь высокие прибавки урожая и сахаристости (от + 76 до + 88 ц/га свеклы и от + 1,16% до + 2,2% сахаристости), для условий этих совхозов уже теперь можно считать вполне допустимым внесение поваренной соли с осени под свеклу.

Причину высокой эффективности натрия, при отсутствии в удобрениях калийных солей, нужно усматривать в том, что натрий, с одной стороны, освобождает значительное количество калия из коллоидальной системы почвы, вызывая при этом повышение урожая и качества сахарной свеклы, а с другой стороны, попадая в растение, способствует синтезу сахаров и передвижению продуктов ассимиляции в различные части растительного организма свеклы.

Об этом со всей очевидностью свидетельствуют данные, полученные агрохимической лабораторией Верхнячской селекционной станции, работавшей по нашему заданию (табл. 7, стр. 68).

Таблица 6

Эффективность поваренной соли в полном удобрении при осеннем внесении под глубокую пахоту (урожай—в центнерах с гектара, сахаристость—в процентах)

Место и почвы, где проводился опыт (на 40 га)	Прибавки урожая и сахаристости от внесения поваренной соли							
	PNK (контроль)		PNK+4 ц/га поваренной соли		PN+½ K+½ поваренной соли вместо калия		PN+поваренная соль вместо калия	
	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость
Грибановский свеклосовхоз (Воронежского треста). Слабо выщелоченный чернозем	340	17,4	+19	+1,4	+29	+1,60	+21	+0,60
Подсереднянский свеклосовхоз (Харьковского треста). Слабо выщелоченный чернозем	264	17,6	+19	+0,3	+65	+0,92	+76	+1,16
Свеклосовхоз им. Чапаева (Воронежского треста)[1]. Сильно выщелоченный чернозем	329	18,2	+8,5	+0,43	+38	+0,90	—9	+1,12
Свеклосовхоз им. Чапаева[1]. Мощные черноземы с низкой окультуренностью	190	17,35	+14	+0,60	+5	+0,32	+37	+0,79
Свеклосовхоз им. Тельмана (Курского треста). Выщелоченный высокоокультуренный чернозем	366,6	15,0	+56,78	+1,3	+25,75	+1,5	+88,4	+2,22

Сильно выщелоченные и низкоокультуренные черноземы менее отзывчивы на внесение натрия и активизацию им калия почвы (на сильно выщелоченных почвах в этом случае снижение урожая достигало 9 ц/га), зато в тех же условиях в значительной степени проявилось действие натрия на хорошо удобренном фоне, где вносился и калий. На фоне калия, внесенного в полном удобрении, наиболее высокая прибавка урожая свеклы достигала от + 56 до + 78 ц/га при увеличении сахаристости на + 1,3% (см. табл. 6).

В том варианте, где половина нормы калийных удобрений активизировалась половинной нормой поваренной соли (по эквиваленту калия), также получены высокие прибавки урожая и, повидимому, этот вариант является наиболее приемлемым для производства.

Меньшие дозы хлористого натрия (1,5—2 ц/га), вносимые под глубокую пахоту на разных фонах, оказались наиболее эффективными на почвах с более устойчивой структурой и более богатых известью и пассивной формой органического вещества.

Как можно себе представить, эта зависимость обусловлена тем, что натрий частично разъединяет стойкие комплексы органо-минеральной части, высвобождая тем самым в почвенный раствор различные питательные вещества и гидролизы.

На оподзоленных и сильно выщелоченных почвах, особенно при низкой их окультуренности, эффективность поваренной соли резко снижена,

[1] В свеклосовхозе им. Чапаева были отступления от схемы опыта, а именно: калийны удобрения вносились в виде сильвинита, который содержит много поваренной соли.

Таблица 7

Динамика сахаров в сахарной свекле под влиянием внесения поваренной соли
(в процентах к абсолютно сухому веществу)

Внесены удобрения	Анализируемая часть растения	Сухие вещества			Моносахара			Сахароза		
		8/VI (перед проверкой)	13—15/VII (перед смыканием рядков)	17/IX (перед уборкой)	8/VI (перед проверкой)	13—15/VII (перед смыканием рядков)	17/IX (перед уборкой)	8/VI (перед проверкой)	13—15/VII (перед смыканием рядков)	17/IX (перед уборкой)
Без удобрений (контроль)	Корень	13,11	19,27	24,06	7,71	1,96	1,40	15,19	65,07	72,48
	Черешок . . .	8,31	12,16	12,90	6,44	25,56	32,89	нет	3,03	6,85
	Пластинка листа	9,75	13,44	15,86	2,40	3,67	5,53	нет	1,61	0,33
NPK без поваренной соли	Корень	11,98	18,92	28,49	6,26	1,35	1,55	18,23	68,14	74,76
	Черешок . . .	7,78	10,62	10,85	5,10	26,50	37,94	нет	3,56	4,27
	Пластинка листа	8,79	13,19	14,97	1,44	2,92	6,09	нет	0,83	0,18
PN + поваренная соль	Корень	12,26	18,57	23,11	5,62	1,65	1,48	19,72	66,65	75,16
	Черешок . . .	8,08	11,21	10,02	4,91	23,56	40,56	нет	3,60	5,45
	Пластинка листа	8,24	13,04	14,83	0,86	3,08	5,75	0,681	1,07	0,63
PNK + поваренная соль 5 ц/га	Корень	11,38	18,14	23,70	4,89	1,62	1,48	19,28	66,88	72,95
	Черешок . . .	6,97	8,91	10,81	2,86	21,32	34,07	нет	2,67	5,69
	Пластинка листа	7,57	11,81	14,27	1,25	2,06	4,21	0,383	0,32	1,14

а в некоторых случаях действие поваренной соли характеризуется отрицательными показателями (табл. 8).

Как и в предыдущих опытах, основное удобрение и здесь вносилось диференцированно для каждой разновидности почв и, кроме того, из расчета получения урожая не ниже 350 ц/га. Хотя результаты опытов в совхозах и на станциях были неодинаковы, все же эффективность поваренной соли отчетливо проявилась и в этом варианте.

Наиболее высокой эффективность поваренной соли была на мощных слабо выщелоченных черноземах по навозному и полному минеральному удобрениям и по фону—навоз с дефекационной грязью (прибавки в урожае корней составляли от + 15 до + 58 ц/га).

На оподзоленных, малоструктурных почвах, с малыми запасами органических веществ (Браиловский совхоз), применение поваренной соли сильно снижало урожай свеклы, а на слабо оподзоленных почвах не давало больших прибавок. В виду того, что навоз при глубокой его запашке разлагался на оподзоленных почвах плохо, здесь имели место случаи снижения урожая от поваренной соли даже по навозу.

Анализ данных этих опытов приводит к выводу, что широкое применение поваренной соли возможно только на хорошо удобренных полях

Таблица 8

Влияние средних доз поваренной соли на повышение уровня урожая свеклы на разных почвах (урожай корней—в центнерах с гектара, сахаристость—в процентах)

Место и почвы, где проводился опыт / Схема опыта	Показатели	Внесено с осени под глубокую пахоту[1]						
		PNK	PK + NaCl	PN ½ K + ½ NaCl	PN ¾ K + ¼ NaCl	Навоз + NaCl	Навоз + дефекационная грязь + NaCl	PN + NaCl на фоне дефекационной грязи
Верхнячская опытно-селекционная станция — Слабо оподзоленные почвы	Урожай	412,0	+3,4	−4,1	+4,0	—	—	+10,8
	Сахаристость	20,54	+0,09	−0,24	−0,01	—	—	+0,15
Уладовская опытно-селекционная станция — Слабо выщелоченный чернозем	Урожай	212,2	+80,1	+29,1	+25,4	+58,7	+15,5	+32,5
	Сахаристость	15,5	+0,2	±0	−0,2	±0	+0,2	−0,2
Браиловский опорный пункт — Средне оподзоленные почвы	Урожай	356	−20,0	−22,0	−27,0	−30,0	−25,0	−30,0
	Сахаристость	15,0	−0,1	+0,3	−0,8	+0,4	+0,5	±0
Маловисковский опорный пункт — Слабо выщелоченный чернозем	Урожай	301,6	+11,4	+9,6	+33,1	−15,4	+1,5	+13,5
	Сахаристость	18,4	+0,1	−0,2	−0,5	−0,1	−0,2	−0,1
Первомайская опытно-селекционная станция — Слабо осолоделый чернозем	Урожай	248	−11	+17	+18	+15	+13	+17
	Сахаристость	18,8	+0,2	±0	−0,3	±0	+0,1	−0,4
Шевченковский опорный пункт — Слабо выщелоченный чернозем	Урожай	260,2	+2,3	+18,9	—	+27,3[2]	+24,3	+30,8[3]
	Сахаристость	19,40	+0,9	+0,9	—	+0,1	−0,4	−1,1
Рамовская опытно-селекционная станция — Выщелоченный чернозем	Урожай	314,4	+2	−8,5	−8	−3,8	+22,2	+16,6
	Сахаристость	20,5	+0,76	+0,56	+0,56	+0,56	−0,74	+0,06

[1] Помимо того, внесено весной в рядки по 20 кг/га P_2O_5 и по 15 кг N.
[2] Кроме того, внесено 100 ц/га дефекационной грязи.
[3] Поваренная соль на фоне NPK.

на всех (кроме оподзоленного) сильно выщелоченных и солонцеватых элементах почвенного комплекса.

Следует также отметить, что уменьшение в основном удобрении дозы калийных солей и даже полная замена их поваренной солью допустимы только при условии обеспеченности почв органическим веществом и создания высокого фона из основных удобрений под свеклу. На оподзоленных почвах необходимо к тому же известкование.

Высказанное положение в значительной мере подтверждается данными, приведенными в таблице 9.

Таблица 9

Эффективность разных доз поваренной соли на минеральном и навозномфонах[1]

Название совхозов и почв		Показатели	PNK в дозе, рассчитанной на урожай в 500 ц/га	PNK + поваренная соль			Навоз 32 т/га	Навоз + поваренная соль		
				3 ц/га	5 ц/га	8 ц/га		3 ц/га	5 ц/га	8 ц/га
			Прибавки по сравнению с контролем							
Хреновецкий совхоз (Винницкого треста)	Оподзоленные почвы	Урожай	+ 150	+ 162	+ 160	+ 150	+ 147	+ 174	+ 178	+ 187
		Сахаристость	+ 0,5	+ 0,85	+ 0,35	— 0,49	± 0,05	+ 0,7	+ 0,9	+ 1,03
То же	Средне выщелоченный чернозем	Урожай	+ 138	+ 164	+ 158	+ 135	+ 135	+ 165	+ 176	+ 183
		Сахаристость	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,7	+ 0,93	+ 0,10	+ 0,6	+ 0,3	+ 0,4

По данным опыта имеется возможность сравнить эффективность действия поваренной соли на минеральном и на навозном фонах. Так, например, несмотря на то, что минеральные удобрения в данном случае были более эффективны, чем навоз, поваренная соль настолько активизирует действие навоза, что их совместное положительное влияние на урожай и сахаристость свеклы дает значительно более высокий эффект, чем тот, который получается на фоне из минеральных удобрений.

В дальнейшем, если такая зависимость приобретет характер определенной закономерности, поваренную соль можно будет использовать и на оподзоленных почвах, имея в виду при этом возможную активизацию разложения навоза поваренной солью.

В целях выяснения степени дисперсности почвы в условиях слабо оподзоленных почв, приведем данные, полученные Верхнячской лабораторией в 1937 г. при внесении поваренной соли и определении состояния распыленности агрегатов и коэфициента структурности почвы (табл. 10)

Таблица 10

Агрегатный состав почвы, обусловленный влиянием поваренной соли

Делянки	Горизонты (в сантиметрах)	Процентное соотношение водоустойчивых агрегатов по фракциям				Коэфициент структурности
		7 мм	7—3 мм	3—1 мм	1—0,25 мм	
Контроль (NPK)	0—10	2,3	4,5	44,1	6,1	0,55
	10—20	0,3	3,0	38,8	14,6	0,56
	0—20	1,3	3,8	41,5	10,4	0,56

[1] Прибавки исчислены по отношению к общему контролю (без удобрений) с урожаем в 262 ц/га).

(Продолжение табл. 10)

Делянки	Горизонты (в сантиметрах)	Процентное соотношение водоустойчивых агрегатов по фракциям				Коэфициент структурности
		7 мм	7—3 мм	3—1 мм	1—0,25 мм	
NPK + дефекационная грязь	0—10	0,1	3,5	51,9	8,8	0,64
	10—20	1,2	0,4	20,0	14,4	0,35
	0—20	0,7	2,0	36,0	11,6	0,50
NPK + 5 ц/га поваренной соли	0—10	1,8	3,9	53,9	6,2	0,64
	10—20	0,7	2,4	40,2	11,8	0,54
	0—20	1,8	3,2	47,1	9,0	0,59

По данным Верхнячской лаборатории, поваренная соль, увеличивая дисперсность почвы в первый год внесения с 0,706 до 0,837%, все же, как это видно из таблицы 10, совершенно не снижает прочности водоустойчивых агрегатов. Это наиболее заметно по сравнительно близким коэфициентам структурности почвы как на полях, где вносилось 5 ц/га поваренной соли, так и на контрольном участке, где поваренная соль совершенно не вносилась.

Это явление протекает в почве при сложных ионно-физико-химических процессах вхождения натрия из поваренной соли в мельчайшие высокодисперсные частицы почвы, которые силой наиболее развитой у них адсорбции поглощают натрий, а сами в то же время разъединяются на еще более мелкие элементы и затем содействуют агрегатированию более крупных частиц. Так, на Рамонской опытно-селекционной станции дисперсность почвы без натрия составила 0,188, а при внесении поваренной соли—только 0,174.

При таком невредном действии натра (в дозах 5 ц/га) на почву, в условиях пониженного высвобождения в почвенный раствор подвижных форм фосфорных и калийных соединений, значение поваренной соли еще более возрастает. Увеличение подвижных форм питательных веществ в почве (7) наблюдалось в следующем виде (табл. 11).

Таблица 11

Подвижные элементы в пахотном слое (в миллиграммах на 100 г почвы)

Место наблюдений	Контроль			PN + поваренная соль			PN + калийная соль		
	P	N	K	P	N	K	P	N	K
Рамонь (слабо выщелоченный чернозем)	7,5	2,61	7,2	11,0	2,04	5,0	10,5	2,55	6,75
Верхнячка (оподзоленный чернозем)	21,7	—	10,3	27	—	12,5	22,5	—	12,5

Таким образом, мы видим, что все рассмотренные данные не опровергают высказанных нами положений о том, что применение поваренной соли с осени на большинстве почв, при определенных фонах удобрений, является вполне возможным, в силу чего вопрос о внедрении этого приема в широкую производственную практику должен стать предметом обсуждения государственных планирующих организаций. С нашей точки зрения, опытную работу в этом направлении следовало бы всячески усилить с тем, чтобы полностью расшифровать факты, когда поваренная соль давала отрицательные результаты или когда опыты, вследствие их невыдержанности, пришлось забраковать (что имело место в Ракитянском, Михайловском и Узинском совхозах, а также и в др. местах).

Что же касается солонцеватых почв, то, принимая во внимание полученные в опыте отрицательные результаты, на этих почвах нельзя допустить внесения поваренной соли под свеклу и другие культуры.

Следующий вопрос, который мы здесь рассмотрим, это вопрос о целесообразности внесения поваренной соли весной под культиватор и в таких же дозах в рядки (схема опыта по внесению поваренной соли под культиватор предложена нами, а схема опыта по внесению в рядки—проф. Егоровым). Результаты специальных опытов по этому вопросу представлены в таблицах 12 и 13.

Таблица 12

Влияние поваренной соли при внесении ее в рядки на урожай и сахаристость сахарной свеклы (урожай корней—в центнерах с гектара, сахаристость—в процентах)

Место проведения опыта и почвы		С осени под глубокую пахоту NPK + весной, на фоне 30 Pc, 15 Nc, 20 Kкс, поваренная соль в рядки				Под культиватор 7,5 ц/га поваренной соли	Показатели
		Контроль	+ 1,5 ц/га	+ 3 ц/га	+ 5 ц/га		
Н. Кисляйский комбинат	Слабо выщелоченный чернозем	280,8	± 0	+ 15,8	+ 7,0	+ 0,3	Урожай
		17,1	— 0,1	— 0,1	— 0,2	± 0	Сахаристость
Хреновецкий свеклосовхоз	Высокоокультуренные:	439,7	+ 16,5	+ 22,4	— 2	+ 4	Урожай
Тоже	а) оподзоленные почвы	16,35	+ 0,25	+ 0,85	+ 0,35	+ 0,15	Сахаристость
„	б) слабоокультуренные сильно подзолистые почвы	219,8	+ 8,1	+ 7,1	— 12	—	Урожай
		16,05	+ 0,55	+ 1,05	+ 0,45	—	Сахаристость
Первомайская опытно-селекционная станция	Слабо карбонатный суглинистый чернозем	201	+ 8	+ 10	—	— 8	Урожай
		14,4	+ 0,2	± 0	—	+ 0,2	Сахаристость
Коровинецкий свеклосовхоз	Выщелоченный чернозем	327,4	+ 4	+ 10,3[1]	+ 8,1[1]	+ 0,8	Урожай
		15,97	— 0,26	— 0,63	— 0,43	— 0,31	Сахаристость
Подольский свеклосовхоз	Солонцеватый чернозем	363	— 8	— 19	— 32	— 22	Урожай
		16,04	— 0,9	— 1,20	— 0,55	— 0,33	Сахаристость
Тальновский[2] свеклосовхоз	Слабо выщелоченный чернозем	261,1	+ 7,4	+ 15,1	— 15,6	—	Урожай
		17,10	+ 0,2	+ 1,0	+ 0,4	—	Сахаристость

При весеннем внесении поваренной соли более оправдывается внесение необходимых доз в рядки. Однако, лучше всего поваренную соль вносить с осени, а не весной, допуская введение небольших доз ее в рядки (для улучшения азотного обмена, улучшения качества сырья и лучшего использования свекловичным растением как фосфатов и азота, вносимых в удобрениях, так и калия из почвенных запасов).

При рассмотрении данных таблицы 13 нельзя не остановиться на весьма значительном эффекте, полученном в Маловисковском совхозе, а

[1] Поваренная соль внесена под культиватор.
[2] Эффект от внесения поваренной соли на фоне NP.

Таблица 13

Влияние внесения поваренной соли под культиватор (урожай корней — в центнерах с гектара, сахаристость — в процентах)

Место проведения опыта и почвы		PNK (контроль)		PNK + 1,5 ц/га поваренной соли		PNK + 3 ц/га поваренной соли		PNK + 5 ц/га поваренной соли	
		Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость
Маловисковский совхоз им. Микояна (Одесского треста)	Среднеокультуренный, слабо выщелоченный чернозем	272[1]	15,6	+ 36,8	+ 0,1	+ 80	+ 0,2	+ 96	± 0
Подсереднянский совхоз (Харьковского треста)	Низкоокультуренный, сильно выщелоченный чернозем	253	16,1	— 19	+ 0,3	— 19	+ 0,38	— 11	+ 0,36
Кагарлыкский совхоз (Киевского треста)	Среднеокультуренная почва	294	—	+ 15	—	+ 37,5	—	+ 33,5	—
Узинский совхоз (Киевского треста)	Низкоокультуренный, сильно выщелоченный чернозем	327,2	16,4	+ 11,1	+ 0,10	— 4,7	+ 1,0	— 29	+ 0,6
Браиловский опорный пункт (Винницкого треста)	Среднеокультуренные, средне оподзоленные почвы	356	14,6	—	—	+ 3	+ 0,9	+ 7	+ 0,6

т акже и на отрицательных показателях в Подсереднянском свеклосовхозе. Какие причины, кроме низкого уровня окультуренности участка, в Подсереднянском совхозе обусловили снижение урожая, можно будет у становить особыми исследованиями. Что же касается результатов по совхозам Одесского треста, в частности, по Маловисковскому свеклосовхозу, следует признать, что на почвах, где имеются особенно устойчивые формы органического вещества в виде гумусовых соединений (ульмина и гумина), пассивного, закрепленного железом и алюминием, гумуса и других соединений, у нас нет никаких оснований не применять поваренной соли уже сейчас на всей площади под сахарной свеклой, с одновременным широким испытанием ее действия на других культурах севооборота.

Есть основание предполагать, что именно на этих почвах натрий ион способствует улучшению не только питательного, но и водного баланса. На эту сторону вопроса исследователям следует обратить особое внимание. Предложенные же проф. Егоровым большие дозы поваренной соли (в 1,5—3,5 ц/га в рядки) испытывать в дальнейшем, с нашей точки зрения, нецелесообразно. Если и следует продолжать работу с внесением натрия в рядки, то с этой точки зрения более верным, повидимому, нужно признать внесение в рядки небольших количеств хлористого натрия, и то лишь в том случае, когда будет возможность сравнить эффективность внесения натрия с действием калия.

В 1937 г. на слабо выщелоченных, слабо карбонатных и даже сильно выщелоченных почвах, которые окультурены унаваживанием или травосеянием в севооборотах (кроме солонцеватых почв), применение поварен-

[1] Учетная площадь 3,75 га.

ной соли в рядки повышало урожай корней свеклы от + 14 до + 36 ц/га (при внесении 35 кг/га поваренной соли) и от + 29 до + 82 ц/га (при внесении 70 кг/га поваренной соли), с одновременным повышением, в большинстве случаев, также и сахаристости свеклы.

Особенно следует отметить, что в условиях слабо выщелоченных почв Одесского треста и, повидимому, в других районах поваренная соль является единственным в своем роде средством регулирования азотного питания сахарной свеклы. Внесение азота с фосфором без поваренной соли давало здесь снижение урожая до 26 ц/га, тогда как при внесении дополнительно к ним 35 кг/га поваренной соли не только устранялся отрицательный результат, но была получена прибавка урожая свеклы в + 36 ц/га (табл. 14).

Причиной такого значительного влияния поваренной соли на урожай свеклы является то, что хлор и натрий поваренной соли принимают участие в перегруппировке продуктов распада и синтеза в семени свеклы, создавая ростку более благоприятные условия для его прорастания и укрепления в почве. Пагубное действие азота в рядовых удобрениях до выхода ростка на поверхность почвы и до формирования зеленой части растения, подающей углеводы для синтеза белка, поваренной солью устраняется. При этом, с нашей точки зрения, основное значение компонентов поваренной соли сводится к следующему: натрий, как энергичный, но слабый по прочности образования геля, коагулятор стабилизует вновь образуемые в растении продукты синтеза, а хлор, выполняя в физико-химическом отношении роль аниона (как более энергичный), предотвращает вредное действие аммиачных соединений, образованных при окислительно-восстановительных (на этот период восстановительных) и диссимиляционных процессах; этим самым хлор способствует более правильному использованию действенных углеводов, которых в семени свеклы очень мало, между тем какпотребность в них при процессах прорастания растения неимоверно возрастает.

Еще более эффективным, с теоретической стороны, является предложенный проф. Егоровым способ использования поваренной соли путем внесения ее в рядки вместе с фосфоритами. В соотношениях, которые применялись в опытах 1937 г., этот прием изучен недостаточно. Полученные в этих опытах данные приводятся в таблице 15.

Как видно из приведенных данных, на оподзоленных почвах поваренная соль значительно повысила эффективность фона из суперфосфата и селитры; в отношении фосфорита это было отмечено на оподзоленных, выщелоченных и солонцеватых черноземах. В том же случае, когда вместо селитры был взят сернокислый аммоний, в условиях щелочной реакции поваренная соль усиливала действие фона на остальных почвах, кроме выщелоченных.

Внесение калия вместо натрия в некоторых случаях улучшало использование фона, а в других, наоборот, ухудшало. В общем, вопрос об использовании фосфоритов необходимо еще доработать путем дополнительных испытаний.

В заключение рассмотрим данные эффективности поваренной соли при внесении ее вместе с другими удобрениями в летние периоды в виде подкормки. Одновременно приводятся данные и о влиянии магниевых удобрений, вносимых в виде змеевика (табл. 16).

Подкормка свеклы азотно-калийными удобрениями дала везде прибавку (наибольшая прибавка была на Коровинецком сортоучастке). На этом фоне внесенная поваренная соль активизировала фон на средне выщелоченных и на слабо осолоделых почвах Первомайской станции. Здесь же наиболее эффективной была и фосфатно-калийная подкормка вместе с поваренной солью и без нее.

Азотно-калийная подкормка в большинстве случаев была высокоэффективной как при внесении поваренной соли, так и без нее.

Влияние на урожай свеклы небольших доз поваренной соли в рядовом удобрении (урожай—в центнерах с гектара, сахаристость—в процентах)

Место проведения опыта и почвы		Pc 30 кг/га		Pc 30 Na 15 кг/га		PN+35 кг поваренной соли		PN+70 кг поваренной соли		PN+40 кг 40% калийной соли		PN+20 кг 40% калийной соли	
		Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость
Кагарлыкский совхоз	Среднеокультуренный солонцеватый выщелоченный чернозем	378	—	+ 7	—	+ 3	—	+ 1	—	— 1	—	—10	—
Подсереднянский совхоз	Среднеокультуренный средне выщелоченный чернозем	208	16,8	+15	+0,2	+21	+0,9	+32	+0,86	+37	+0,63	+38	+0,52
Могилевский совхоз (Одесского треста)	Низкоокультуренные, слабо карбонатные почвы	257	14,1	+ 9	±0	+14	—0,3]	+29	—0,9	+65	—1,4	+66	— 0,5
Маловисковский [1] совхоз им. Микояна (Одесского треста)	Среднеокультуренный слабо выщелоченный чернозем	292,8	17,4	—26,0	—0,2	+36,8	—0,2	+82,0	—0,1	+72	—0,1	+47	—0,1

[1] Учетная площадь 3,75 га.

Таблица 15

Влияние поваренной соли на урожай сахарной свеклы при внесении с фосфоритной мукой в рядки

(урожай—в центнерах с гектара, сахаристость—в процентах) [1]

Место проведения опыта и почвы / Схема опыта		30 P*c* 15 N*c*	30 P*c* 15 N*c* 3 ц NaCl	30 P*ф* 15 N*c*	30 P*ф* 15 N*c* 3 ц NaCl	30 P*c* 15 N*c* 20 K*k*	30 P*c* 15 N*a*	30 P*c* 15 N*a* 3 ц NaCl	30 P*ф* 15 N*a*	30 P*ф* 15 N*a* 3 ц NaCl	30 P*c* 15 Na 20 K*k*	Основное удобрение
Веселоподолянская опытно-селекционная станция	Слабо оподзоленный чернозем	182	— 22	— 28	— 35	— 11	+ 6	+ 12	+ 29	— 18	+ 7	140 P*c* 60 N*a*
		14,75	— 0,15	— 0,04	— 0,17	+ 0,02	— 0,27	+ 0,11	± 0	— 0,04	+ 0,15	60 Kk
Тоже	Слабо солонцеватый чернозем	352	+ 5	+ 22	+ 15	+ 33	+ 27	+ 15	— 1	+ 20	+ 18	200 P*c* 120 N*a*
		15,49	— 0,54	+ 0,71	— 0,46	+ 0,39	+ 0,62	— 0,24	+ 0,69	+ 0,58	+ 1,11	180 Kk
Браиловский свеклосовхоз, отд. Казачевка	Средне оподзоленная почва	349	+ 36	— 18	+ 7	— 13	— 43	+ 4	— 21	+ 14	+ 16	135 P*c* 180 N*c*
		14,2	+ 1,0	+ 0,7	+ 0,5	+ 0,9	+ 0,5	+ 0,8	+ 0,4	+ 1,2	+ 0,8	180 Kk
Парафиевский свеклосовхоз	Солончаково-осолоделые почвы	261,2	— 11,3	— 54,7	— 35,3	+ 18,2	+ 10,1	— 10,7	+ 39,3	— 36,8	+ 19,6	фон хозяйственный
		17,8	± 0	+ 0,1	± 0	± 0,2	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1	— 0,2	+ 0,3	
Салúвонковский свеклосовхоз	Выщелоченный, солонцеватый чернозем	331,2	+ 9,2	+ 13,1	+ 24,9	+ 30,5	+ 16,8	+ 34,4	+ 0,3	+ 6,1	+ 18,7	160 P*c* 100 N*c*
		17,4	+ 0,4	— 0,1	+ 0,7	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,5	— 0,2	+ 0,4	+ 0,1	100 Kk
Хреновецкий свеклосовхоз	Среднеокультуренные, оподзоленные почвы	—	—	—	—	—	237,3	+ 29,4	+ 16,5	+ 48,9	+ 49,0	фон хозяйственный
		—	—	—	—	—	16,7 (контроль)	— 0,2	± 0	— 0,1	+ 0,4	

[1] В первой строке (по каждому пункту проведения опытов) приведены данные урожая корней, а во второй—сахаристости.

Таблица 16

Влияние хлористых и магнезиальных солей на урожай сахарной свеклы при внесении в виде подкормки

(урожай—в центнерах с гектара, сахаристость—в процентах) [1]

Место проведения опыта и почвы / Схема опыта		Контроль (без подкормки)	20 N, 30 K	20 N, 30 K, 57 NaCl	30 Pc, 30 K	30 Pc, 30 K, 57 NaCl	20 N, 30 Pc, 30 K	20 N, 30 Pc, 30 K, 57 NaCl	20 N, 30 K, 1 ц марганцевого шламма	20 N, 30 K, 5ц змеевика, не обработанного серной кислотой	20 N, 30 Pc, 30 K, 5 ц змеевика, не обработанного серной кислотой
		Основное удобрение 100 Pc, 60 Na, 40 Kk *и в рядки* 30 Pc, 10 Na									
Веселоподолянская опытно-селекционная станция	Слабо солонцеватый чернозем	362	+11	— 6	— 16	— 8	+15	— 1	—	— 52	— 40
		14,47	— 0,35	+ 0,22	+ 0,13	+ 0,65	— 0,10	— 0,56	— 0,51	— 0,32	— 0,08
		Основное удобрение 100 Pc, 60 Na, 60 Kk *и в рядки* 30 Pc									
Первомайская опытно-селекционная станция	Слабо осолоделый тонко-пылеватый чернозем	271	+ 4	+18	+26	+22	+38	+ 2	+35	+24	+28
		13,8	— 0,3	± 0	— 0,3	— 0,4	— 0,2	+ 0,1	— 0,5	— 0,1	— 0,4
		Основное удобрение не вносилось, в рядки 30 Pc, 15 Na, 20 Cl, *подкормка в сухом виде*									
Коровинецкий сортоучасток	Средне выщелоченный чернозем	306,8	+23,1	+12,4	+26,9	+50,5	+68,5	+76,3	+61,4	+74,1	+46,7
		15,77	— 0,05	+ 0,26	+ 0,34	— 0,17	— 0,20	+ 0,48	— 0,05	+ 0,26	+ 0,45
		С осени основное удобрение 160 Pc, 100 Na, 100 Kk *и весной в рядки* 30 Pc, 10 Nc. *На этом фоне 5/VII подкормка 1 ц/га поваренной соли*									
Саливонковский свеклосовхоз	Слабо выщелоченный чернозем	278,9	прибавка под влиянием поваренной соли +35,5 ц/га свеклы и +0,4% сахаристости								
		16,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Маловисковский совхоз им. Микояна	Слабо выщелоченный чернозем	279	+24	+ 6,7	— 8,2	— 8,4	—	—	+ 1,8	—	+ 7,8
		17,8	+ 0,8	+ 0,7	+ 0,5	+ 0,6	—	—	+ 0,6	—	+ 0,9

[1] В первой строке (по каждому пункту проведения опытов) приведены данные урожая корней, а во второй - сахаристости.

В отношении использования для подкормки магниевых удобрений, в частности, змеевиков, подтверждаются данные 1936 г., то-есть, что обработка этих удобрений серной кислотой не является обязательной, а эффективность их в сочетании с фоном выражается прибавкой урожая свеклы в среднем от +24 до +35 ц/га на слабо осолоделом черноземе и доходит до +74,1 ц/га на средне выщелоченном черноземе. Последняя высокая прибавка (74,1 ц/га) получена при внесении необработанных змеевиков, поэтому в дальнейшем этот прием следует изучить более широко. Урожай свеклы на солонцеватых почвах, как и следовало ожидать, везде был сниженным при внесении как поваренной соли, так и других новых удобрений.

Доза поваренной соли для подкормки в 57 кг/га не является большой, поэтому соль можно вносить в количестве около 1 ц/га, а может быть и больше одного центнера.

Что касается действия поваренной соли и содержащегося в ней натрия на растение нужно признать, что в силу отмеченных выше биологических особенностей сахарной свеклы натрий никакого вреда растениям не причиняет. Иначе дело обстоит с воздействием его на почву: под влиянием поваренной соли возможны глубокие изменения в почвенных процессах, поэтому для предотвращения распыляемости почв при внесении поваренной соли всегда необходимо создавать унавоженный, а на кислых почвах, кроме того, известкованный фон с минеральными удобрениями. Унаваживание почвы под свеклу можно производить и под предшественник.

В доказательство того, что большие дозы поваренной соли не вредят растениям, приводим результаты опыта, проведенного в Краснояружском свеклосовхозе, Курской области. Вследствие отступления от схемы опыта здесь внесено в удобрениях значительное количество натрия и, кроме того, были взяты большие дозы поваренной соли (табл. 17).

Таблица 17

Влияние больших доз поваренной соли на урожай и сахаристость сахарной свеклы
(урожай—в центнерах с гектара, сахаристость—в процентах)

Место проведения опыта и почвы		Контроль (фон NPK)[1]		Фон+4 ц/га поваренной соли		Фон+6 ц/га поваренной соли		Фон+8 ц/га поваренной соли	
		Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость	Урожай	Сахаристость
Краснояружский свеклосовхоз (Воронежского треста)	Мощные высокоокультуренные черноземы	310	19	+61	—0,2	+40	+0,3	+46	+0,1

В этом опыте поваренная соль, в дозе 8 ц/га на фоне сильвинита и натронной селитры, не снижала урожая свеклы, поэтому указанная нами выше доза в 4—5 ц/га поваренной соли для основного внесения на фоне NPK или навоза, а на кислых почвах—и на фоне дефекационной грязи (при высоком уровне окультуренности поля) может быть рекомендована производству во всех случаях, где органическое вещество в почве не разрушено и прочность структуры высокая. В случае, если фон из органиче-

[1] Опыт с отступлением от схемы, так как вместо калийных солей внесен сильвинит, а вместо сернокислого аммония—натронная селитра.

ской части и структура в почве не обеспечены, внесение поваренной соли следует сочетать с улучшением физических свойств почвы и обогащением ее органической частью—травосеянием, унаваживанием, торфованием, а на кислых почвах, кроме того, и известкованием.

Выводы

В результате полевых производственных и вегетационных опытов, проведенных ВНИС, по изучению влияния поваренной соли на урожай и его качество, на почву и растение, при разных фонах и сроках внесения, можно сделать следующие выводы:

1. Установлена возможность и необходимость широкого испытания поваренной соли и внедрения ее, как удобрения, в социалистическом с. х. производстве, на почвах слабо выщелоченных и карбонатных, а также на почвах выщелоченных, но окультуренных путем унаваживания, травосеяния и известкования.

Для испытания и внедрения в с. х. производство наиболее целесообразно применять следующие нормы поваренной соли (в центнерах на гектар):

На фоне навоза или NPK	На слабо выщелоченных и карбонатных почвах	На выщелоченных и слабо оподзоленных, но окультуренных почвах
Под глубокую пахоту с осени под свеклу и в парах под озимые культуры	5	4
В рядки под свеклу на фоне PN	0,7	0,35—0,5
В период вегетации—подкормкой	1	0,6

2. Наиболее высокие прибавки под влиянием поваренной соли, при внесении под глубокую пахоту NPK или навоза, получены (по сравнению с контролем, где урожай свеклы составлял от 300 до 412 ц га и выше):

Нормы и способы внесения поваренной соли	На слабо выщелоченных и карбонатных черноземах	На выщелоченных окультуренных почвах	На оподзоленных окультуренных почвах
Осеннее внесение 4—5 ц/га . . .	+65—+76	+25—+38	+12—+35
Внесение под культиватор весной 3—5 ц/га	+80—+96	+11	+3—+7
Рядовое внесение 70—85 кг . . .	+36—+82	+21—+32	+14—+16
Подкормка с внесением 0,6 ц/га .	+35—+38	+50—+76	+24—+32

Сахаристость свеклы при этом повышалась от +0,4 до +2,2%. Однако, при большинстве случаев положительного влияния поваренной соли на урожай сахарной свеклы имели место и отрицательные результаты.

3. Компоненты поваренной соли—натрий и хлор—активизируют рост растений и физико-химические процессы в почве и растениях, являясь необходимыми элементами для таких галитолюбивых культур как сахарная свекла и другие.

4. Вынос урожаем свеклы в 450—500 ц га составляет: для корня около 110 кг/га и для ботвы около 300 кг/га окиси натрия.

5. Поваренная соль и ее компоненты не уменьшают количества водоустойчивых агрегатов прочной структуры, однако, разъединяя более мелкие частицы, они связывают почву, вследствие чего применение поваренной соли на неокультуренных почвах совершенно недопустимо.

6. На высокоокультуренных почвах возможно внесение поваренной соли с уменьшением дозы калийных удобрений на 25—30%, однако, лучшим следует считать применение ее на фоне NPK и по навозу.

7. Поваренная соль активизирует процессы синтеза поступления и передвижения ассимилятов, стабилизирует их и предотвращает действие токсических веществ, образующихся в клетках в процессе диссимиляции.

Действие поваренной соли проявляется в начальный и в последующие периоды вегетации свеклы.

8. Поваренная соль для районов свеклосеяния Одесского свеклотреста, при обычных рядковых удобрениях, является активным средством устранения вредного действия аммиачных форм удобрений в рядках и способствует улучшению азотного обмена в семенах и ростках, за счет которого уровень урожая резко поднимается (на +56 ц/га и больше).

ЛИТЕРАТУРА

1. Вагнер. Общее земледелие. 1925.
2. Удобрения в районах свекловичного полеводства. Сборник ВНИС, изд. 1936 г.
3. Ф. Украдыга и А. Олексиюк. Влияние хлористого натрия, как компонента сильвинита, на урожай и качество сахарной свеклы. Отчет о работе за 1935 г. (рукопись).
4. П. А. Власюк. Использование поваренной соли (хлористого натрия), как удобрения под сахарную свеклу. „Основные выводы научно-исследовательских работ ВНИС'а за 1936 г.". Сельхозгиз УССР, 1937.
5. Распоряжение Наркома Пищевой Промышленности СССР тов. А. И. Микояна от 25/V 1936 г. по вопросу использования поваренной соли на удобрения под свеклу.
6. Отчет Верхнячской агрохимической лаборатории за 1937 г. (рукопись).
7. Отчет Рамонской агрохимической лаборатории за 1937 г. (рукопись).
8. Проф. М. А. Егоров. NaCl как удобрение для сахарной свеклы. „Свекловичное полеводство" № 3, 1936 г.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

Аспирант агрохимлаборатории ВНИС Е. А. ТОНКАЛЬ

ВОПРОСЫ ТЕХНИКИ ВНЕСЕНИЯ РЯДОВОГО УДОБРЕНИЯ ПОД САХАРНУЮ СВЕКЛУ [1]

Внесение рядового удобрения под сахарную свеклу при помощи свекловичной комбинированной сеялки применяется в производстве с 90-х годов прошлого столетия. Многочисленные опытные данные (1, 5 и др.) и повседневная практика производства указывают на то, что рядовое удобрение под сахарную свеклу, на фоне основного удобрения, является эффективным мероприятием по повышению урожая. Вместе с тем нередко отмечается угнетающее действие, при внесении в рядки, сернокислого аммония на молодые проростки сахарной свеклы, выражающееся, как это констатировано многими исследователями, в уменьшении веса 100 растений перед прорывкой.

Д. Н. Прянишников (12) еще в 1928 г. пришел к заключению, что угнетающее действие солей аммония на первоначальное развитие связано с некоторыми особенностями семян сахарной свеклы. Мелкие семена свекловицы со скудным запасом безазотистой пищи отличаются тем, что в их проростках не может синтезироваться в аспарагин и другие амиды поступивший из почвы аммиак, в результате чего происходит его накопление, ведущее к аммиачному отравлению растений.

Исследования И. Ф. Бузанова в 1936 г. (3) показали, что азот, независимо от его формы (аммиачной или нитратной), оказывает вредное действие на процессы роста в начальный период жизни растения. Это связывается с тем, что семя сахарной свеклы содержит достаточное количество азота и что в первый период роста, т. е. до начала фотосинтеза, поступление азота из внешнего питательного раствора, очевидно, тормозит мобилизацию запасных питательных веществ семени, угнетая, тем самым, первоначальный рост растения.

П. А. Власюк (6), основываясь на данных А. Е. Максимовича о химическом составе свекловичных семян и на опытных данных И. Ф. Бузанова об угнетающем действии азота в начальные фазы развития растения, приходит к выводу, что в практике культуры сахарной свеклы необходимо избегать излишнего количества азота в почве до начала образования углеводов в растении, и что для этой цели необходимо реконструировать технику внесения рядовых удобрений. Необходимо при этом иметь в виду, что рядовое удобрение NPK, внесенное при высеве семян, оказывает угнетающее действие на рост растений вследствие высокой концентрации почвенного раствора в месте внесения удобрения. Это усугубляется еще наличием в удобрениях свободных кислот (например, серной кислоты, имеющейся в суперфосфате, и т. п.) и физиологической кислотностью самих удобрений.

Поэтому возникает вопрос об изыскании таких способов внесения удобрений под сахарную свеклу во время посева, с помощью которых можно было бы избежать указанных отрицательных явлений.

У нас в СССР было проведено много опытов по изучению техники

[1] Данная работа выполнена под непосредственным руководством проф. П. А. Власюка.

внесения рядового удобрения под сахарную свеклу (2,8). Так, на Рамонской станции в 1926—1928 гг., в результате изучения действия суперфосфата, при разных способах его внесения, установлено, что внесение его сбоку рядка глубже семени на 2,54 см (1 дюйм) не было достаточно эффективным. В 1936 г. в полевых опытах Мироновской станции (14) лучшие результаты получены при внесении P_2O_5 и N глубже семени на 2—3 см, а для P_2O_5, K_2O и N—при внесении их сбоку рядка. Внесение PNK глубже семени здесь не изучалось. Во ВНИС в 1936—1937 гг. и ранее были проведены полевые опыты (8, 17, 18), в которых, при внесении удобрения сбоку рядка, получены прибавки урожая корней от 5 до 21 ц/га (по сравнению с обычным способом внесения удобрений).

По вопросу о способах внесения азотных удобрений, в частности, аммиачных Д. Н. Прянишников считает, что возможно избежать угнетающего действия солей аммония, путем внесения их при заделке в междурядия в то время, когда окрепшие растения, накопившие углеводы, смогут лучше переносить аммиачные соли, чем слабые ростки, истощившие свои запасы при прорастании и при выходе семенодолей. Позже, в 1932 г. (13), автор указывает на трудности, в связи с этим, в проведении местного рядового удобрения свеклы аммиачными солями, даже если они не содержат в своем составе серной или хлорной кислот.

И. Г. Рождественский (15) значительно позже высказываний Прянишникова предложил неприемлемый на практике способ поверхностного внесения аммиачных удобрений. На основании данных вегетационного опыта, проведенного во ВНИС в 1933 г., В. С. Денисьевский и В. Д. Татунько пришли к заключению, что боковое внесение сернокислого аммония является более эффективным.

Л. С. Любарская (10) предлагает устранить высокую концентрацию аммиака в почвенном растворе путем внесения удобрений не в рядки при посеве, а в междурядия, после прорывки, или путем дробного внесения: половину азота—в рядки при посеве, а другую половину—в междурядия после прорывки. Имея в виду, что рядовое удобрение вносится с целью подкормки молодых проростков, едва начавших фотосинтетическую деятельность еще до проведения первой подкормки, мы, в отличие от взглядов Л. С. Любарской, считаем, что эффективность рядового удобрения необходимо изучать в системе: основное удобрение, рядовое, подкормка.

Несмотря на имеющиеся опыты, вопрос о технике внесения рядового удобрения до сих пор не получил своего окончательного разрешения в производственных условиях совхозов и колхозов и новые, более эффективные приемы внесения удобрений производством еще не освоены. К тому же выводы по этому, столь важному, вопросу до сих пор основывались на данных, полученных при сравнительно низкой урожайности, тогда как задача именно и сводится к разработке таких способов внесения рядового удобрения, которые были бы наиболее эффективными прежде всего и главным образом в условиях высокой агротехники, рассчитанной на получение стахановских урожаев сахарной свеклы, ибо только в результате такой проверки можно будеть дать исчерпывающие ответы по затронутому вопросу.

Исходя из этого, мы и проводили свои опыты на полях стахановского звена Х. Я. Коновал в Озерянском отделении Бобровицкого свеклосовхоза, Черниговской области.

При обсуждении в агрохимической лаборатории ВНИС схемы опыта, чтобы избежать основных недостатков существующего способа внесения рядового удобрения вместе с семенами, мы остановились на изучении внесения удобрений изолированно от высеянных свекловичных семян. Одновременно с изоляцией семян от удобрений, с учетом подвижности последних в почве (2) и с учетом распространения корневой системы (4), в наших опытах преследовалась цель—обеспечить молодые проростки достаточным количеством питательных веществ в период до проведения

первой подкормки. В своих опытах мы принимали, что изоляцию семян от удобрений можно осуществлять либо путем внесения удобрения сбоку рядка либо посредством внесения в рядок, но глубже семян. В результате, по предложению П. А. Власюка, нами разработана следующая схема.

Схема полевого опыта по изучению техники внесения рядового удобрения под сахарную свеклу

№№ вариантов	Способ внесения рядового удобрения
1	PNK вносится в рядки при посеве, как обычно, при помощи свекловичной комбинированной сеялки (контроль)
2	PNK вносится при посеве сбоку рядков на расстоянии 5—7 см от рядка и на глубину 6—7 см
3	PNK вносится в рядки, но глубже семян на 3 см (на общую глубину 6—7 см)
4	PK вносится в рядки, как обычно, N—сбоку рядков на расстоянии 5—7 см от рядка и на глубину 6—7 см
5	PK вносится в рядки, как обычно, N тоже в рядки, но глубже семян на 3 см (на общую глубину 6—7 см)
6	PNK вносится сбоку рядков на глубину 6—7 см с момента появления семенодолей
7	Двойная доза PNK вносится в рядки, как обычно
8	Двойная доза PNK вносится сбоку рядков на расстоянии 5—7 см от рядка и на глубину 6—7 см
9	Двойная доза PNK вносится в рядки, но глубже семян на 3 см (на общую глубину 6—7 см)

Варианты 7, 8 и 9 были введены в схему опыта, во-первых, в связи с поступавшими во ВНИС многочисленными запросами со стороны пятисотниц и тысячниц свекловичных полей о рациональности внесения при посеве в рядки значительно больших количеств удобрений, чем те, которые вносились до сих пор, и, во-вторых, с целью проверки применяемых нами новых способов внесения рядового удобрения.

Норма рядового удобрения принята была следующая:

30 кг/га P_2O_5 в суперфосфате,
15 кг/га K_2O в калийной соли,
15 кг/га N в сернокислом аммонии.

При внесении двойной дозы удобрений PNK вносилось тоже в двойном количестве.

Опыты проводились на осолоделом черноземе Бобровицкого свекловхоза. Глубокая пахота на участке под опытами проведена осенью 1936 г. на глубину 25 см. В виду близкого стояния грунтовых вод, весной, в целях ускорения просыхания почвы и более раннего начала посева, сделана перепашка на глубину 15—16 см.

При весенней перепашке, для создания соответствующего фона, под плуг были внесены органические и минеральные удобрения из расчета получения урожая сахарной свеклы не меньше 500 ц/га.

Во время посева внесены рядовые удобрения согласно схеме. Кроме

того, в период вегетации, на всех вариантах опыта было проведено две одинаковых подкормки.

Посев произведен 14 мая намоченными семенами. Всходы появились 21 мая. Убрана свекла 15 октября. Для характеристики всходов под влиянием разных приемов внесения рядового удобрения 24 мая произведен подсчет количества растений на погонном метре в фазе развитой вилочки. 7 июня учитывалось состояние растений в фазе двух пар настоящих листочков (перед прорывкой). Результаты обоих учетов сведены в таблице 1.

Таблица 1

Рост свеклы в зависимости от разных способов внесения рядовых удобрений

№№ вариантов	Способ внесения рядового удобрения	Количество растений на погонном метре 24 мая 1937 г.		Вес 100 зеленых растений в фазе двух пар настоящих листочков 7 июня 1937 г.	
		Количество растений в фазе развитой вилочки	В процентах от контроля	В граммах	В процентах от контроля
1	PNK в рядки обычно (контроль) . .	73	100	106	100
2	PNK сбоку рядков	111	152	145	137
3	PNK в рядки, но глубже семян . .	101	138	114	108
4	PK в рядки обычно, N сбоку рядков	100	137	111	105
5	PK в рядки обычно, N глубже семян	97	133	122	115
6	PNK сбоку рядков с момента появления семонодолей	84	115	123	116
7	Двойная доза PNK в рядки обычно	45	62	71	67
8	Двойная доза PNK сбоку рядков .	108	148	101	95
9	Двойная доза PNK глубже семян .	90	123	95	90

Приведенные данные о количестве растений в фазе развитой вилочки довольно ярко характеризуют состояние посева в зависимости от того или иного способа внесения рядового удобрения. По количеству растений особенно выделяется второй вариант, на котором превышение против контроля составляет 52%.

Как видно из таблицы, даже двойная доза PNK, но внесенная сбоку рядков, не оказала угнетающего действия на семена до их прорастания и выхода семенодолей на поверхность почвы. Так, на делянке восьмого варианта было 108 растений, а на аналогичной делянке второго варианта, но с одной дозой PNK—111 растений. При сравнении данных седьмого варианта с данными первого и восьмого вариантов находим, что двойная норма внесенного обычным способом рядового удобрения сильно угнетала прорастание семян, в результате чего растений получено меньше на 28 против контроля и на 63 (или на 86%) против восьмого варианта, где двойная норма PNK вносилась сбоку рядков.

Положительное влияние оказывает также внесение PNK глубже семян на 3 см; это выразилось в увеличении количества растений против контроля на 38%.

Основываясь на том, что при внесении PNK глубже семян (вариант 3) количество растений было меньше на 10, по сравнению с вторым вариантом, где PNK вносились сбоку рядков, мы приходим к заключению,

что прослойка почвы между семенами и удобрением в 3 см является недостаточной для полного предотвращения отрицательного действия удобрений на проростки сахарной свеклы. Мы считаем, в согласии с другими (11), что прослойка между семенами и удобрением может быть принята около 4—5 см.

Следует отметить, что почти такие же результаты, как и в случае внесения PNK глубже семян, были получены при внесении сбоку рядков или глубже семян на 3 см одного только азотного удобрения, т. е. имелось увеличение количества растений на 37—33% (варианты 4—5), по сравнению с контролем. Это указывает на то, что в данном случае основным фактором, тормозившим энергию прорастания, было азотное, а не какое-либо другое рядовое удобрение.

Сравнивая показатели второго варианта (внесение PNK сбоку рядков) с показателями четвертого варианта (внесение PK в рядки, а азота — сбоку рядков), по их разности находим эффективность внесения PK сбоку рядков, выражающуюся, в данном случае, в прибавке 11 растений на погонный метр (+15%). Другими словами, угнетающее действие сернокислого аммония, внесенного в рядки, вызывает уменьшение количества растений на 27 или на 37% (из сравнения варианта четвертого с первым), тогда как это же действие PK выражается в уменьшении количества растений на 11 (или на 15%). Таким образом, в нашем опыте, на первом месте, по отрицательному действию на прорастание семян сахарной свеклы, а отсюда и на густоту стояния ростков в рядках, стоит сернокислый аммоний, а затем—фосфорно-калийные удобрения, внесенные в рядки. Вынесением же PNK из рядка в сторону или глубже семян это отрицательное действие устраняется.

Угнетающее действие PNK, внесенного в рядки, проявляется также и с качественной стороны. Так, например, наблюдения за ростом растений в фазе развитой вилочки показали, что растения на делянках, где удобрения вносились в рядки, имели слишком слабо развитые семенодоли, тогда как на делянках с боковым внесением PNK ростки имели пышные, очень хорошо развитые семенодоли, с более развитыми подсеменодольными коленцами. Несколько хуже были развиты семенодоли и подсеменодольные коленца при внесении удобрения в рядки, но глубже семян.

Обращаясь к данным веса 100 растений, как общий вывод, следует отметить, что в основном картина здесь остается та же, что и в первом случае. Так, по величине веса 100 растений первое место также занимает вариант с боковым внесением удобрений. Как исключение, второе место занимает свекла с боковым внесением удобрений в момент появления семенодолей, затем—вариант, где PK внесено в рядки, а азот глубже семян, и, наконец, вариант, где PNK внесено в рядки, но глубже семян на 3 см. Худшие результаты в отношении веса 100 растений получены на делянках с внесением двойных доз удобрений, причем наиболее сильное угнетение как в отношении количества ростков, так и веса 100 растений наблюдалось при внесении двойной дозы PNK в рядки.

К моменту уборки свеклы картина несколько изменилась, что видно из таблицы 2.

При анализе приведенных данных об урожае корней и сборе сахара в зависимости от способов внесения рядового удобрения, прежде всего, обнаруживается явное несоответствие обычного способа внесения этих удобрений с задачами наиболее эффективного их использования для получения максимальных урожаев. Как видно из таблицы, наиболее низкий урожай корней и сбор сахара в нашем опыте были именно при обычном способе внесения рядового удобрения.

Из всех других примененных нами способов самым эффективным по урожайности, при внесении одной нормы PNK, оказался способ внесения рядового удобрения сбоку рядка во время появления семенодолей, хотя по сбору сахара он дает прибавку, по сравнению с контролем,

Таблица 2

Урожай корней и сбор сахара (в центнерах с гектара) в зависимости от разных способов внесения рядового удобрения

№№ вариантов	Способ внесения рядового удобрения	Урожай корней		Сбор сахара	
		в ц/га	прибавка в урожае против контроля	в ц/га	в процентах от контроля
1	PNK в рядки обычно (контроль)	480	—	74,4	100
2	PNK сбоку рядков	504	+24	77,92	104,7
3	PNK в рядки, но глубже семян	503,5	+23,5	83,6	112,4
4	PK в рядки обычно, N сбоку рядков	494	+14	79,04	106,2
5	PK в рядки обычно, N глубже семян	495	+15	79,2	106,5
6	PNK сбоку рядков с момента появления семенодолей	517	+37	78,6	105,6
7	Двойная доза PNK в рядки обычно	490	+10	82,3	110,6
8	Двойная доза PNK сбоку рядков	504	+24	83,16	111,8
9	Двойная доза PNK глубже семян	511	+31	81,8	110,0

только + 4,2 ц/га, тогда как при других способах прибавки в сборе сахара составляли + 7,4 ц/га и + 9,2 ц/га.

Второе место по урожаю корней занимает вариант с боковым внесением удобрения, однако в отношении сбора сахара и здесь также получена небольшая прибавка: + 3,52 ц/га.

Примерно такой же урожай корней, как и при боковом внесении удобрения во время посева, получен при внесении PNK в рядки, но глубже семян (на 3 см); однако, этот способ все же оказался самым эффективным, так как он обеспечил прибавку в сборе сахара + 9,2 ц/га (или на 12,6%). Объясняется это, очевидно, тем, что при внесении полного рядового удобрения вглубь ослабляется его угнетающее действие на первоначальный рост свеклы, вызываемое высокой концентрацией солей, их кислотностью и, в особенности, большим количеством аммиака. Следует также отметить, что свекла, при внесении удобрения глубже семян, первое время отставала в росте по сравнению со свеклой, вегетировавшей при боковом внесении удобрений, но к концу вегетации рост их выравнялся и урожаи оказались равными (504 и 503,5 ц/га).

В отношении вариантов, где внесены двойные дозы PNK, следует отметить, что хотя в период развитой вилочки и двух пар листочков на седьмой и девятой делянках были худшие показатели, чем на восьмой, все же сбор сахара на них оказался почти одинаковым. Таким образом, применение двойной дозы рядового удобрения при разных способах внесения не дало в опыте сколько-нибудь заметных преимуществ по сравнению с одинарной дозой, внесенной глубже семян, что указывает скорее на необходимость рационализации техники внесения удобрения, чем на увеличение его дозировок.

Необходимо также указать, что внесение одного азотного удобрения сбоку рядков или глубже семян приводит почти к одинаковым результатам: первый способ дает прибавку в сборе сахара + 4,64 ц/га, второй + 4,8 ц/га, при повышении сахаристости свеклы по обоим этим приемам на 0,5%.

Наконец, сравнивая показатели делянки с внесением PNK в рядки, но

глубже семян (вариант 3) и делянки с внесением РК в рядки обычно, а азота—глубже семян (вариант 5), находим, что эффективность внесения РК в рядки, но глубже семян определяется прибавкой урожая сахара в 4,4 ц/га, тогда как внесение РК в сторону от рядка (из сравнения вариантов 2 и 4), при увеличении урожая корней на 10 ц/га, дает снижение сбора сахара на 1,12 ц/га. Таким образом, эффективность более глубокого внесения удобрения в рядки как бы слагается из эффективности отдельно взятых азота и РК, внесенных в рядки, но глубже семян на 3 см.

Положительное действие РК, внесенного сбоку рядков, в большей мере сказалось на первоначальном развитии сахарной свеклы и меньше на урожае корней; в то же время этот способ внесения РК дал отрицательные результаты в отношении сахаристости и сбора сахара с гектара.

Выводы

На основании рассмотренных в настоящей статье данных наших опытов и имеющейся по этому вопросу литературы, мы считаем возможным сделать следующие выводы.

1. Внесение рядового удобрения обычным способом, т. е. внесение в рядки вместе с семенами при помощи свекловичной комбинированной сеялки, по сравнению с изучаемыми нами новыми способами внесения, дает более низкий урожай корней и сахара. Поэтому необходимо подвергнуть коренному улучшению существующий способ внесения рядового удобрения под сахарную свеклу и вместе с тем критически пересмотреть в агрономической науке теорию звена „рядовое удобрение" в системе питания сахарной свеклы.

2. На осолоделых почвах в Озерянском отделении Бобровицкого свеклосовхоза лучшими способами внесения рядового удобрения, по сравнению с обычным, оказались: внесение PNK сбоку рядков во время посева и, особенно, внесение в рядки, но глубже семян на 3 см.

3. Новые способы внесения рядового удобрения сбоку рядков или глубже семян дают прибавку в урожае корней на + 24 и + 23,5 ц/га, увеличивая при этом сбор сахара на + 3,52 и + 9,2 ц/га, по сравнению с обычным способом внесения PNK.

4. Из двух способов изоляции свекловичных семян (при посеве) от удобрений путем внесения последних сбоку рядка на 5—7 см на глубину 6—7 см и в рядки, но глубже семян на 3 см, более эффективным оказался второй способ, т. е. внесение рядового удобрения в рядки, но глубже семян.

5. Новые способы внесения рядового удобрения оказали особенно положительное влияние на прорастание и рост сахарной свеклы в первоначальный период.

6. Увеличение нормы рядового удобрения, с целью частичного уменьшения его в подкормках или частичной замены основного удобрения рядовым, не имеет никакого основания, так как при внесении двойной дозы PNK как обычным, так и новым способом—глубже семян или сбоку рядков—сбор сахара с гектара остается несколько меньшим, чем при внесении одинарной дозы PNK глубже семян.

7. Необходимо ускорить конструирование и изготовление сошников, при помощи которых можно было бы вносить рядовое удобрение в рядки на глубину 8—10 см (глубже семян на 4—5 см) или сбоку рядков на расстоянии 5 см от рядка и на глубину 7 см.

Крайне необходимо также быстрейшее освоение производством и, в особенности, на стахановских полях новых способов внесения рядового удобрения, обеспечивающих увеличение сбора сахара на 10—13% с гектара.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Л. Абезгауз. Работы сети опытных полей Сахаротреста, вып. I—1927 г., вып. II—1928 г.
2. Е. В. Бобко. О расположении и передвижении удобрений в почве. „Труды ВИУА", вып. 7, 1935 г.
3. И. Ф. Бузанов. Реакция сахарной свеклы на азотистое питание в начале развития и физиологическое значение подкормки сахарной свеклы. „Н. З." ВНИС, агрономический выпуск № 3 за 1937 г.
4. Проф. П. А. Власюк та інші. „Підкормка цукрових буряків". Держ. видан. колгоспної і радгоспної літератури УРСР, 1935.
5. Проф. П. А. Власюк и Г. П. Добряк. Удобрение под сахарную свеклу в колхозах и совхозах. Сельхозгиз. 1934.
6. Проф. П. А. Власюк. Агротехническая наука в борьбе за повышение урожая и улучшение качества сахарной свеклы. „Хим. соц. земл." № 11, 1937 г.
7. В. С. Денисьевский, В. Д. Татунько. О распределении удобрений в почве и влияние известкования и структуры почвы на передвижение питательных веществ. „Сборник работ по агропочвоведению, агрохимии и почвенной микробиологии". 1936.
8. М. А. Греков, С. И. Кузьмич. Отчет бригады временных опытов ВНИС за 1936 год (рукопись).
9. Gummings G. Новое в исследовании по вопросу о размещении минеральных удобрений. „Н. З." ВНИС, агрономический выпуск № 3 за 1937 г. Реферировали Н. И. Самоненко, С. И. Кузьмич.
10. Л. С. Любарская. К вопросу о способах применения азотных удобрений под сахарную свеклу. „Труды ВНИИСП" том I, вып. I, 1936.
11. А. Ф. Нестеров. Основные приемы удобрения под сахарную свеклу. Удобрение сахарной свеклы. Сельхозгиз, 1937.
12. Д. Н. Прянишников. Аммиак в жизни растений и в практике удобрения. „Хим. соц. земл." № 9—10, 1932.
13. Д. Н. Прянишников. О факторах, влияющих на отношение растений к аммиаку, как источнику азота. „Труды ЦИНС'а", вып. 1, 1928.
14. А. А. Розендорн. Применение азотных и калийных удобрений в рядки под свеклу. „Свекл. полев." № 4, 1937.
15. И. Г. Рождественский. К технике внесения аммиачных солей. „Хим. соц. земл.", № 2, 1932.
16. И. И. Серый. Способы внесения минерального удобрения под свеклу при посеве. „Отчет по опытн. полю за 1927 и 1928 гг. Рамонская сортоводн. и опытн. станция, вып. XXVI", Воронеж. 1930.
17. В. С. Денисьевский. Отчет о выполнении тематики за 1937 г. (рукопись).
18. С. И. Кузьмич. Внесение минеральных удобрений сбоку рядка при посеве сахарной свеклы. Краткие выводы из работ по временным опытам за 1937 г. (рукопись).

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

М. П. МЕНЖЕГА, Н. В. ТУНИК

ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ СВЕКЛОВИЧНЫХ СЕЯЛОК ДЛЯ ПОДКОРМКИ СВЕКЛЫ СУХИМИ УДОБРЕНИЯМИ[1]

Эффективность подкормки сахарной свеклы и необходимость применения этого агротехнического приема на всей площади посевов свеклы в СССР обусловили создание различных приспособлений для механизации подкормки: аппарат ФП — к культиватору-пропашнику УКС-1, аппарат „ПММ" к мотыге „Украинка" и ряд более простых приспособлений.

Все эти аппараты в последние годы с успехом применялись в свекловичном производстве и еще смогут и должны применяться впредь до их замены более совершенными аппаратами, несмотря на то, что они имеют ряд недостатков. Главный из этих недостатков—невозможность вносить удобрения на глубину свыше 13 см. Этот же недостаток имеется и у подкормочных аппаратов, выпущенных Первомайским заводом в 1937 году, к культиватору УКС-12.

Принятый к массовому производству на 1938 г. культиватор-пропашник-подкормщик марки ВНИИСП-С (конструкции Соловья) имеет ряд конструктивных улучшений и обеспечивает внесение удобрений в жидком виде на большую глубину.

Однако, подкормка жидкими удобрениями представляет весьма громоздкую операцию. Подвоз воды, заготовка растворов, заправка аппаратов требует большого количества рабочей силы, тягла, бочкотары. Так, в Ракитянском свеклосовхозе на обслуживание одного подкормочного аппарата в 1937 г. требовалось 9—11 человек и 7—9 лошадей (по наблюдениям М. И. Ильяшука). Близкие к этим величины (10—14 человек, 9—11 лошадей, 9—11 бочек, 2 чана) установлены по наблюдениям 1936 г. в колхозе „Большевик" Воронежской области („Свекл. полевод." № 7, 1937).

Естественно поэтому стремление упростить и удешевить применение подкормки свеклы (без снижения эффективности этого приема в отношении урожайности), путем замены подкормки свеклы жидкими удобрениями подкормкой сухими удобрениями. Такая замена становится совершенно необходимой во всех случаях, когда вблизи свекловичных полей отсутствуют водоемы.

Не требует доказательств то бесспорное положение, что количество воды, обычно вносимое в почву при подкормке (1—3 тыс. л на га), слишком ничтожно по сравнению с количеством влаги, имеющейся в почве или необходимой для увлажнения почвы, а следовательно, это количество воды не может оказывать заметного положительного влияния на поступление питательных веществ в растение.

---

[1] В период после написания этой статьи было осуществлено изготовление рабочих органов и деталей для переоборудования 200 сеялок ТС-2Ш на сеялки-подкормщики.

Результаты испытания сеялки-подкормщика на Киевской областной (Мироновской) опытной станции и на селекционных станциях Главсахара, отзывы совхозов и МТС, где применялись эти сеялки, послужили основанием для Междуведомственной Комиссии по испытанию свекловичных машин принять сеялку-подкормщик конструкции ВНИС к массовому внедрению в производство с 1939 г. С этой целью заводу „Красная звезда" предложено обеспечить изготовление подкормочных сошников ко всем свекловичным сеялкам, выпускаемым этим заводом, и внесение необходимых изменений в самую сеялку. При этом, на основе опыта 1938 г., в конструкцию подкормщика внесены изменения, улучшающие его работу. Существо этих изменений будет освещено в новой нашей статье в ближайшем номере „Н. З.".

Единственное значение воды, вносимой при подкормке, заключается в том, что она облегчает проводимость удобрений из бака в почву. При условии внесения на ту же глубину удобрений в сухом виде, эффективность такой подкормки в отношении урожайности будет равноценна подкормке в жидком виде.

Эти выводы целиком подтверждены полевыми опытами ВНИС на протяжении 1936 и 1937 гг.

Внесение подкормки в сухом виде и в растворе, по средним данным 17 опытов, проведенных ВНИС в 1936 г., дало следующие прибавки урожая свеклы:

Место проведения опыта	Тип почвы	Урожай свеклы без подкормки (в ц/га)	Прибавки урожая свеклы от 20 кг азота, внесенных вслед за прорывкой (в ц/га)	
			В сухом виде	В растворе
Моевский опорный пункт	Слабо выщелоченный чернозем	298	64	50
Тальновский „ „	Тоже	247	50	46
Верхнячская опытно-селекционная станция	Слабо оподзоленный чернозем	268	29	21
Бершадский опорный пункт	Слабо выщелоченный чернозем	229	19	17

Равноценность обоих способов подкормки подтверждается также опытными данными ВНИС за 1937 г.

При агротехнической равноценности жидкой и сухой подкормки сухая подкормка имеет неоспоримые экономические преимущества, ибо при этом способе устраняется необходимость в перевозке огромной массы воды, отпадают все затраты, связанные с доставкой воды, и часть затрат, связанная с заправкой аппаратов. И если до сих пор подкормка сухими удобрениями не применялась в широком масштабе, то только потому, что не было машин, обеспечивающих внесение удобрений в сухом виде во время вегетации на нужную глубину.

Еще до получения выводов об агротехнической равноценности этих двух способов подкормки, отделом механизации ВНИС в 1936 г. было спроектировано и осуществлено переоборудование свекловичной сеялки для подкормки свеклы на участках, увлажняемых дальноструйной дождевальной установкой (в совхозе им. Сталина). На этом участке удобрения в сухом виде были заложены переоборудованной сеялкой на глубину до 15—16 см.

В 1937 г. опыт был расширен: переоборудованными по чертежам ВНИС сеялками производилась сухая подкормка, преимущественно на опытных посевах в совхозе им. Сталина, на опытно-селекционных станциях: Верхнячской (Киевской обл.), Ивановской (Харьковской обл.), Западно-Сибирской и на Браиловском опорном пункте (Винницкой обл.).

В обычных хозяйственных условиях на больших площадях переоборудованная сеялка работала в Ракитянском свеклосовхозе (Курской обл.), где одной сеялкой произведена подкормка на площади около 150 га (в пересчете на однократную подкормку).

В этом большом хозяйственном опыте было установлено (М. И. Ильяшук), что при подкормке сухими удобрениями потребность в рабочей силе снижается более, чем в два раза, а потребность в тягловой силе— более чем в четыре раза против потребности при подкормке удобрениями в жидком виде. Затраты на проведение подкормки удобрениями в жидком виде составляют в денежном выражении 22 р. 23 коп. на га, а на проведение сухой (глубокой) подкормки эти затраты снижаются до 16 р.

30 коп. Таким образом, экономия по прямым затратам при сухой подкормке составляет 6 руб. на один гектар однократной подкормки. При 2—3 подкормках на сезон снижение затрат составит около 15 руб. на гектар.

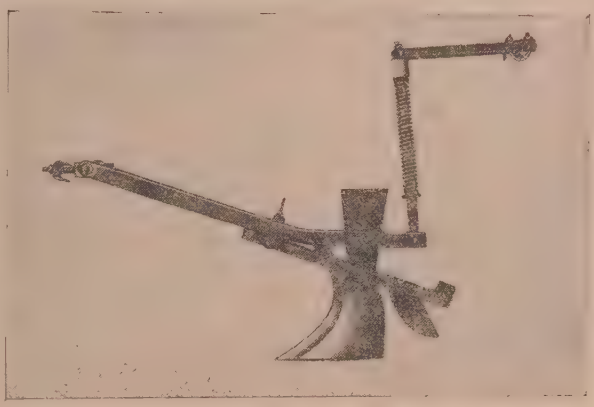
Стоимость переоборудования сеялки в Ракитянском совхозе составила 525 руб. Следовательно, стоимость переоборудования была покрыта половиной экономии по прямым затратам на подкормке в первый год использования сеялки.

Глубина внесения удобрений, обеспечиваемая конструкцией сеялки—15 см. Эта глубина подтверждена во всех пунктах, где в 1937 г. на подкормке применялись переоборудованные сеялки. Ракитянский совхоз и Западно-Сибирская станция достигали большей глубины—18 см. Минимальное приближение сошника к рядку при первой подкормке—10 см (при прямолинейных рядках и выдержанных междурядьях). Тяговое сопротивление переоборудованных сеялок, по данным динамометрирования, в 1937 г. в разных пунктах составляло:

При подкормке на глубину 10 см—от 297 до 341 кг
„ „ „ „ 15 „ —от 363 до 559 „

Таким образом, первая подкормка может производиться сцепом двух сеялок, а последующие—одной сеялкой на тяге трактора „Универсал-2".

Учитывая полученные в 1937 г. качественные показатели работы сеялки и данные об агротехнической равноценности обоих способов подкормки, при экономических преимуществах сухой подкормки, ВНИС счел необходимым рекомендовать Главсахару централизованно изготовить к сезону подкормки 1938 г. комплекты сошников и необходимых частей для переоборудования 200 свекловичных сеялок ТС-2Ш на сеялки-подкормщики. При рациональном использовании, таким количеством сеялок может быть обеспечена подкормка свеклы на площади 15 тыс. га, в первую очередь, там, где недостает аппаратов для подкормки в жидком виде или на участках, удаленных от водоемов.



Фиг. 1. Ножевидный сошник конструкции ВНИС

Основным рабочим органом переоборудованной сеялки является ножевидный сошник с усиленным поводком и принудительным заглублением (фиг. 1).

Сошник состоит из стального наральника в виде изогнутого ножа серповидной формы и приклепанных к нему щек листового 2 мм железа с отражательной пластинкой между ними. К верхней части щек прикреплена туковая воронка. Верхней изогнутой частью нож приклепан между поводковыми тягами сошника, охватывающими также туковую воронку.

Учитывая большое сопротивление при заглублении сошников на 15 и больше см поводковые тяги усилены, будучи изготовлены из полос 10 × 35 ст. 3. Для большей жесткости, между сошниковыми тягами приклепывается распорная скоба. К поводковому брусу сошник крепится болтами через подвесную скобу.

Для принудительного заглубления сошников используется механизм

подъема сошников, имеющийся в сеялках ТС-2Ш. Для этого задний конец поводковых тяг соединен штангой с вилкой; другой конец вилки закреплен хомутами на квадратном валу подъема сошников. На штангу надета пружина от культиватора ТК 17 или А УТК.

Заглубление сошников осуществляется поворотом рычага вперед и закреплением его на зарубке сектора.

Для разных величин глубины хода сошников имеется ряд зарубок на секторе, а сам рычаг изогнут для того, чтобы его повороту не препятствовал семенной ящик.

В целях облегчения заглубления сошников, квадратный вал посредине разрезан и для каждых трех сошников имеется самостоятельный механизм заглубления с постановкой второго сектора и рычага.

Фиг. 2. Свекловичная сеялка с приспособлением ВНИС для подкормки—в работе

Для того, чтобы ввести колеса сеялки в средину междурядий (фиг. 2) и избежать изгибов тукопроводов, полуоси сеялки удлиняются на 222 мм каждая, путем изготовления новых удлиненных полуосей. В дальнейшем это удлинение полуосей для применения сеялки на подкормке должно быть предусмотрено заводом в последующих выпусках сеялок.

Для сохранения передачи вращения от ходового колеса механизму подъема тукового аппарата после раздвижки колес, на левую полуось насаживается переходная втулка, соединяющая ступицу колеса с ведущей шестерней механизма подъема.

Для того, чтобы увеличить глубину хода сошников, необходимо понизить поводковый брус до 330 мм от уровня опорной поверхности колес сеялки. Достигается это понижение передней поперечины рамы сеялки путем перестановки уголков сницы не сверху полуосей, а под них, в месте крепления этих уголков с полуосями.

Для переоборудования сеялки на подкормку свеклы сошники с поводками, удлиненные вилки квадратного вала, удлиненные полуоси и переходная втулка должны быть изготовлены вновь (а штанги с пружинами, рычаги и сектора могут быть приобретены в готовом виде, как запасные части).

При переоборудовании сеялки на подкормку посевные сошники снимаются, а взамен их устанавливаются подкормочные. Кроме того, заменяются полуоси с установкой переходной втулки, квадратный вал рас-

пливается, на внутренние концы половин квадратного вала должны быть надеты вкладыши и соединены общей подставкой подшипником, укрепленным на заднем уголке рамы. Заделка бороздок, образуемых подкормочными сошниками, осуществляется загортачами посевных сошников сеялки.

Так как сама сеялка никаким изменениям не подвергается, то по окончании сезона подкормки она легко приводится в посевное состояние путем обратной установки посевных сошников и перестановки полуосей.

Сеялка не имеет механизма управления ее ходом или механизма бокового смещения сошников во время работы, вследствие чего ее применение на подкормке свеклы обусловливается прямолинейностью рядков и выдержанностью стандартного размера всех междурядий, включая и стыковые. Эти необходимые для применения сеялок на подкормке условия должны создаваться при посеве свеклы.

В 1938 г. необходимые части для переоборудования сеялок изготовляются на заводе системы Главпищемаша.

В дальнейшем завод, изготовляющий сеялки („Красная звезда"), в расчете на применение сеялок на двух операциях—посеве и подкормке свеклы,—должен будет внести соответствующие коррективы в конструкцию свекловичных сеялок (удлинение полуосей, удлинение вилок, установка дополнительного сектора и рычага, изготовление комплекта подкормочных сошников).

Внесение этих конструктивных изменений повысит использование сеялок с 6 дней в году до 35—50 дней.

Использование сеялки на подкормке свеклы обеспечит уменьшение затрат на проведение подкормки не менее 500 руб. в год на каждой выпущенной сеялке (сверх покрытия стоимости дополнительного комплекта сошников и дополнительной аммортизации сеялки). Помимо экономии по прямым затратам, применение сеялок для сухой подкормки свеклы расширяет область применения подкормки в тех условиях, где отсутствие воды делает невозможной подкормку в жидком виде. Это еще больше повышает значение переоборудования свекловичных сеялок с целью применения их на подкормке свеклы.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

А. С. МИЩЕНКО, А. Д. КАСЬЯНЧУК

ПЕРВЫЙ ГОД ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТАЛЬНОВСКОГО ОПОРНОГО СВЕКЛОСОВХОЗА

В 1937 г. в системе Главсахара было выделено три опорных совхоза, в том числе и Тальновский свеклосовхоз, Киевского Свеклотреста. Научно-методическое руководство работой этих совхозов осуществлялось ВНИС через специально выделенные бригады, в составе 3—4 специалистов, постоянно находящихся в совхозах.

Выделением опорных свеклосовхозов преследовалась цель превращения их, на основе научной организации производства, применения высокой агротехники и стахановских методов работы, в образцово-показательные, получающие высокие устойчивые урожаи всех культур, высокорентабельные предприятия, опыт которых служил бы примером для всех остальных совхозов и расположенных вблизи колхозов.

Выполнение этой задачи в 1937 году в опорных совхозах всячески тормозилось и срывалось ныне разоблаченными врагами народа, долгое время орудовавшими в Главсахаре, некоторых трестах и свеклосовхозах. Немало навредили они и в Тальновском совхозе.

Однако, несмотря на то, что очень многие участки в Тальновском свеклосовхозе были поражены вредительской деятельностью врагов народа, все же совхоз, благодаря общим усилиям стахановцев и всего коллектива рабочих, ликвидируя последствия вредительства, уже в 1937 году добился очень высоких показателей, делающих его одним из передовых совхозов.

В 1937 году совхоз добился урожая основных культур (кроме высадков), на много превышающего уровень за последние 15 лет, а именно:

	Урожай в центнерах с гектара	
	В среднем за последние 15 лет	В 1937 г.
Сахарная свекла	125	230
Маточная свекла	203	375
Озимая пшеница	12—13	23,4
Рожь	10,1	20,7
Ячмень	10—12	19,1
Овес	7,3	13,9
Горох	7,5	17,3

Почвенно-климатические условия, в которых находится Тальновский свеклосовхоз, говорят о том, что урожаи всех основных с.-х. культур в самое ближайшее время могут быть значительно повышены по сравнению с урожаем 1937 г. Большая подготовительная работа в этом отношении проведена уже в 1937 году.

Так, например, в 1937 году было внесено минеральных удобрений в два раза больше, чем в 1936 году (9 ц/га против 4,4 ц/га), вывезен навоз, навоз-сыпец и впервые в совхозе внесено на площади 180 га по 3 ц/га новых, марганцевых удобрений и т. д.

На 1938 год перед Тальновским совхозом была поставлена задача—дать урожай в 400—500 ц/га сахарной свеклы, 20 ц/га свеклосемян, 25—30 ц/га зерновых.

Характеристика свеклосовхоза

В состав Тальновского свеклосовхоза входят 4 отделения—Левадское, Майданецкое, Степнянское и Кобелякское, расположенные от главной усадьбы на расстоянии от 4 до 25 км.

Весь земельный фонд свеклосовхоза составляет 3967,66 га, из них: пахотной земли севооборотной—3274,44 га, прочих угодий—608,14 га и земли вне севооборота, под полосой отчуждения—85,08 га.

Севообороты. С весны 1937 года в совхозе приняты новые севообороты. В Майданецком и Степнянском отделениях принят основной девятипольный севооборот с таким чередованием культур:

1. Пар
2. Озимые
3. Свекла
4. Яровые с подсевом трав
5. Травы I года
6. Травы II года
7. Озимые
8. Свекла
9. Яровые

В Левадском и Кобелякском отделениях основные севообороты установлены восьмипольные.

Кроме основных севооборотов, в отделениях совхоза для создания кормовой базы выделены кормовой и люцерновый севообороты. Кормовые севообороты в трех отделениях установлены восьмипольные, а в Кобелякском отделении — пятипольный. Чередование культур в кормовых восьмипольных севооборотах следующее:

1 поле—вико-мешанка + смесь трав,
2, 3, 4, 5 и 6 поля—травы,
7 поле—½ поля—свекла, ½ поля—озимь-мешанка на зеленый корм,
8 поле—кукуруза на зеленый корм.

Люцерновые севообороты имеются во всех отделениях, кроме Кобелякского. Чередование культур в них следующее:

1 поле—вико-мешанка + люцерна,
2, 3, 4 и 5 поля—люцерна,
6 поле—корнеплоды.

Принятые севообороты полностью будут введены в 1938 39 г.

Почвы совхоза. Преобладающей почвой в Майданецком, Левадском и Степнянском отделениях является слабо выщелоченный чернозем. Выщелоченные черноземы занимают здесь небольшую площадь и залегают обычно на понижениях рельефа—в блюдцах, ложбинах. Слабо выщелоченный чернозем занимает в Майданецком отделении около 80% всей площади, а в Левадском и Степнянском отделениях—85-90%. Почвообразующей породой здесь служит палево-желтый, среднесуглинистый лесс и лессовидный суглинок. В Кобелякском отделении преобладают слабо оподзоленные черноземы (темносерые почвы), занимающие около 70% площади, а остальная площадь—средне оподзоленные, средне и слабо выщелоченные черноземы.

Энерговооруженность. В 1937 году свеклосовхоз имел в наличии:

Тракторов ЧТЗ	1
„ СТЗ и ХТЗ	18
„ У-2	4
Автомашин (2,5 т)	4
„ (1,5 т)	3
Лошадей рабочих	169
Волов рабочих	146

Производственная программа на 1937 г. План посева на 1937 г. в целом по совхозу был установлен в количестве 3110 га. Распределение по отдельным культурам и фактическое выполнение характеризуется следующими данными (табл. 1).

Таблица 1

Площадь посева всех культур на 1937 г. (в гектарах)

Наименование культур	Площадь посева по плану	Фактически посеяно
Свекла фабричная	301	282
„ маточная	110	110
Высадки	294	318
Озимая пшеница	910	910
„ рожь	89	89
Ячмень	170	170
Овес	250	250
Мешанка на сено	275	387
„ на зеленый корм	160	37
Вика на зерно (яровая)	20	17
Горох	30	30
Чечевица	20	20
Картофель	20	16
Кукуруза на зеленый корм	65	58
Морковь кормовая	16	12
Люцерна широкорядная (на семена)	10	10
Многолетние травы посева прошлых лет	—	190
Подсев многолетних трав 1937 г.	370	274
Смесь трав	—	65
Чистые пары	—	356

План посева по основным культурам выполнен полностью, но с некоторыми отклонениями: площадь посаженных высадков больше плановой на 25 га за счет уменьшения площади под фабричной свеклой на 19 га. План подсева многолетних трав недовыполнен на площади 44 га.

Метеорологические условия хозяйственного года

Исключительно обильные дожди осенью 1936 г. и нормальный для данной местности, достаточный снеговой покров зимой способствовали накоплению в почве значительных запасов влаги ко времени весенних полевых работ. Это имело огромное значение для создания урожая в условиях 1937 года, особенностью которого была продолжительная засуха.

Засушливый период в 1937 г. начался с первых дней мая и продолжался до 27 июля, т. е. почти 3 месяца.

Сопряженная с отсутствием осадков низкая относительная влажность воздуха и высокие дневные температуры (температура воздуха в тени доходила до 32—34°) крайне неблагоприятно отражались на темпах роста и на развитии сельскохозяйственных культур.

В Майданецком и Левадском отделениях свекла в июле месяце имела очень угнетенный вид и давала ничтожные суточные приросты веса корня, в среднем 1—2 г; смыкания рядков не было. Высадки были низкорослые, отдельные экземпляры начали усыхать от недостатка влаги. Яровые зерновые и мешанки также значительно отставали в росте. Влияние засухи не сказалось только на озими, которая во всех отделениях была в хорошем состоянии.

Насколько сильным было влияние засухи, можно видеть из данных о динамике влажности почвы, полученных агрохимлабораторией совхоза (табл. 2).

Таблица 2

Влажность почвы на плантациях фабричной свеклы и высадков в горизонте 0—30 см (в процентах)

Время определения влажности	Влажность почвы			
	На поле под фабричной свеклой		На поле под высадками	
	Майданецкое и Левадское отделения	Степнянское отделение	Майданецкое отделение	Степнянское отделение
Май I декада	22,0	—	—	—
„ II „	21,4—21,7	—	—	—
„ III „	19,1—20,8	22,0	20,0	21,6
Июнь I декада	18,1—19,9	20,7	19,0	19,8
„ II „	16,6—18,3	20,3	16,5	18,2
„ III „	14,3—17,0	19,2	13,5	15,1
Июль I декада	13,2—14,4	16,7	14,2	14,3
„ II „	12,0—13,0	13,0	13,5	13,8
„ III „ (30/VII) после второго дождя	12,2—15,2	14,7	—	—

В июле влажность почвы на плантациях фабричной свеклы в горизонте 0—10 см снижалась до 10%, а в горизонте 30—60 см — до 14—15%. Особенно сильное пересыхание почвы наблюдалось под зерновыми культурами.

Созревание хлебов при этих метеорологических условиях наступило очень быстро. Уборка началась рано: рожь начали убирать 3 июля, а пшеницу 6 июля.

Уборка высадков началась 17 июля, вследствие чего в период дозревания они подпали влиянию наиболее высоких июльских температур.

После 27 июля наступил дождливый период, продолжавшийся до 11 августа. Дожди выпадали почти ежедневно. На протяжении двух недель в каждом из отделений выпало не менее 120 мм осадков. После выпавших дождей свекла сразу ожила. Дав свежую, молодую листву, свекла стала быстро разрастаться. Приросты веса корня за сутки в это время составляли в среднем 6—8 г.

Осень 1937 года, достаточно богатая осадками, была благоприятной для посева и роста озимых.

Культура фабричной свеклы

Площадь под фабричной свеклой по всем отделениям совхоза составляла в 1937 г. 282 га. По культуре фабричной свеклы в отделениях совхоза осенью проведены следующие агротехнические мероприятия (табл. 3).

Лущение произведено лишь в Левадском отделении в поле № 6 на площади 16 га. На всей остальной площади лущение не производилось.

Осенняя вспашка произведена на глубину 24—25 см.

Следует отметить, что удобрение под глубокую пахоту осенью 1936 г. в Степнянском отделении вносилось крайне недоброкачественно. Минеральные удобрения в поле № 8 рассевались с воза лопатой. В этом отделении под глубокую вспашку, наряду с суперфосфатом, вносились томасшлак и фосфоритная мука, т. е. минеральные удобрения использовались преступно. В Левадском отделении на площади 46 га минеральные удобрения под фабричную свеклу с осени вовсе не вносились.

Таблица 3

Осенняя обработка почвы под культуру фабричной свеклы

Отделения совхоза	Площадь под фабричной свеклой (в гектарах)	Предшественник	Удобрение под предшественник	Время глубокой пахоты	Минеральные удобрения, внесенные под глубокую пахоту (в килограммах питательных веществ на 1 га)
Майданецкое . .	138	Озимая пшеница	Навоз 20 т	6/IX—20/X	35 Рс + 20 К
Левадское	72	„	20 т на 40 га	4/IX—8/XI	Внесено лишь на 26 га в поле № 6 Рс 120 + N 60 + К 60
Степнянское . . .	64	„	20 т на 20 га	17/VIII—7/XI	В поле № 1 на 27 га 45 Р + 20 N + 32 К и в поле № 8 на 36 га 45 Рс + 32 К
Кобелякское . . .	8	„	Навоз 20 т	2/IX—7/XI	90 Рс + 26 N

Весенняя предпосевная обработка и сев характеризуются следующими данными (табл. 4).

Таблица 4

Предпосевная обработка почвы и посев фабричной свеклы

Отделения совхоза	Площадь под фабричной свеклой	Начало и окончание весеннего боронования	Время предпосевной обработки	Время проведения сева	Нормы высева (в кг/га)	Внесено рядовое удобрение (в килограммах питательных веществ на 1 га)
Майданецкое .	138	26/III—29/III	31/III—2/IV	3/IV—10/IV	32	32 Рс + 12 Nс
Левадское . .	72	25/III—27/III	2/IV—3/IV	4/IV—11/IV	30	32 Рс + 11 Nа + 19 Ккс
Степнянское .	64	25/III—27/III	1/IV—2/IV	3/IV—13/IV	34	32 Рс + 12 Nс и 32 Рс + 11 Nс + 19 Ккс
Кобелякское .	8	27/III—28/III	4/IV	5/IV—7/IV	32	32 Кс + 12 Nс

Закрывка влаги произведена в два следа тяжелыми боронами. Предпосевная обработка почвы состояла из тракторной культивации в два следа + тяжелые бороны в два следа + легкая борона в одни-два следа. Разделка на всей площади была хорошей.

Посев производился намоченными семенами в достаточно влажную почву. Разрыва между предпосевной обработкой и посевом не было. Вслед за посевом проведено укатывание гладким катком. Посев производился на тракторной и частично на конной тяге. Посев на тракторной тяге производился исключительно по настоянию бригады ВНИС, так как до этого план работы был рассчитан только на конную тягу.

Нормы рядового удобрения на 1 га, согласно утвержденному Киевским Свеклотрестом промплану были следующие: суперфосфата 39,2 кг P_2O_5 + натронной селитры 12 кг, N. Однако, весной трестом были даны дополнительные указания. В частности, трест рекомендовал уменьшить норму внесения натронной селитры, в связи с недостатком ее, до 0,3—

0,4 ц/га, т. е. вносить в рядки 5—6 кг азота. Бригада ВНИС считала такие нормы не рациональными и предложила норму суперфосфата снизить до 30—32 кг P_2O_5, а натронную селитру вносить в количестве 11,5—12 кг N, не уменьшая нормы; на площади же, для которой недоставало натронной селитры, вместо нее, внести 10 кг N сульфат-аммония + 12 кг K_2O калийной соли, что и было осуществлено при посеве.

Начало появления всходов свеклы отмечено 20—25 апреля, полные всходы—29/IV—1/V. Всходы были ровные. В отдельных местах, вследствие неравномерного выбрасывания высевающим аппаратом сеялки влажных намоченных семян, в рядках встречались небольшие пропуски.

На протяжении вегетационного периода в каждом из отделений совхоза на всей площади фабричной свеклы были произведены следующие работы:

1. Механизированная шаровка мотыгами „Украинка".
2. Букетировка на всей площади, причем на 75% площади ползучими лапами, с расстановкой их на 18 см. Букетировка проведена при появлении первой пары листочков.
3. Ручная разборка букетов с рыхлением сапками в рядках.
4. Две подкормки, с установкой подкормочных ножей по два в междурядьях, на расстоянии от рядка: 10—12 см—при первой подкормке и 12—15 см—при второй подкормке. Одновременно с подкормками производилось рыхление в междурядьях, что достигалось установкой добавочных звеньев на раме растениепитателя.
5. Шесть междурядных рыхлений (в Левадском отделении—семь). Рыхления производились мотыгами „Украинка", а последнее рыхление в Левадском отделении произведено культиватором „УКС".
6. Ручная проверка с рыхлением сапками в рядках.
7. Прополка вручную с сапками на 78% площади.
8. Подсев (на пропусках) в рядках вручную, под сапки, в период шаровки и разборки букетов.

Разборка букетов, проверка и подкормки по каждому из отделений производились в следующие сроки:

Отделения совхоза	Разборка букетов	Первая подкормка	Проверка	Вторая подкормка
Майданецкое	12/V—4 VI	22/V—3 VI	5/VI—17/VI	11/VI—25/VI
Левадское	12/V—31/V	20/V—31/V	4/VI—13/VI	10/VI—22/VI
Степнянское	12/V—28/V	22/V—31/V	3/VI—12/VI	10/VI—25/VI
Кобелякское	13/V—28/V	26/V—1/VI	5/VI— 9/VI	19/VI—20/VI

Такое недопустимое затягивание разборки букетов (17—20 дней) вызвано было нехваткой в совхозе рабочей силы, умышленно созданной орудовавшими здесь врагами народа. Эти вредители всячески затягивали сроки проведения работ, в то же время ставя рабочих в тяжелые материальные условия и дискредитируя отдельных из них, вследствие чего в Майданецком и Степнянском отделениях в эти особенно напряженные периоды работ была большая текучесть рабочей силы (сезонной), доходившая до 27%.

Следует отметить, что в этих же отделениях многие звенья, которые были полностью укомплектованы, работая по-стахановски, провели разборку букетов с сокращением срока на 3—5 дней, например, Кмитевич Федора, Дубик М., Майборода, Василенко, Осипович, Титаренко У., Захаревич и др.

Подкормки. Первая подкормка проводилась вслед за разборкой букетов, вторая—после проверки. Удобрения в обоих случаях вносились

в виде раствора растениепитателем „ПИМ". Средняя норма воды в растворе составляла 0,8 т/га.

Как исключение, первая подкормка на площади 27 га в поле № 1 Степнянского отделения совхоза произведена удобрениями в сухом виде сеялкой.

При первой подкормке удобрения вносились на глубину 7—10 см, при второй—на 9—12 см.

Для первой подкормки были использованы местные удобрения в количестве 96 т мочи, из расчета 0,8—2 т на гектар.

Удобрения при подкормках вносились (на слабо выщелоченном черноземе) в следующих нормах на гектар:

при первой подкормке—0,5 ц сульфат-аммония + 0,25 ц калийной соли;

при второй подкормке—1 ц суперфосфата + 0,5 ц сульфат-аммония + 0,3 ц калийной соли.

На площадях, где с осени основное удобрение не вносилось, при подкормках внесены повышенные дозы удобрений. По совхозу в целом при подкормках внесено на 1 га питательных веществ: 18 кг P_2O_5 + 24 кг N + 31 кг K_2O.

Бригадой ВНИС было намечено проведение третьей подкормки с внесением удобрений в сухом виде сошниками Качаловского. Однако, вредители сорвали осуществление этого мероприятия (умышленно не были изготовлены сошники) под предлогом „отсутствия средств".

Междурядные рыхления производились мотыгой „Украинка". Вследствие отсутствия у нее соответствующего приспособления для принудительного заглубления, предельная глубина рыхлений была 12 см, а в лучшем случае 14 см. По этой причине рабочие органы при последующих рыхлениях работали на той же глубине, в результате чего в июле, в междурядиях образовалась внутренняя корка—плита, чему немало способствовало также пересыхание почвы в пахотном горизонте в период засухи.

Таким образом, верхний слой почвы на глубину 10—12 см, как правило, поддерживался в рыхлом состоянии на протяжении всего вегетационного периода; в начале августа, когда этот верхний горизонт стал более плотным, было проведено добавочное рыхление.

Борьба с вредителями с. х. растений. В 1937 г. появление долгоносика на свекловичных плантациях было более массовым и угрожающим, чем в 1936 г.

По данным раскопок, на 20—23 апреля количество жука на старых свеклянищах Левадского и Майданецкого отделений было свыше 6 шт. на 1 кв. м.

Дождливая погода в период с 20/IV по 1/V препятствовала выходу жука на поверхность, но, начиная с первых дней мая, т. е. с наступлением ясных, солнечных дней, появление жука резко усилилось.

В виде защитной меры на старых свеклянищах совхоза, до появления жука на поверхности почвы, была проложена сеть направляющих канавок. По Степнянскому отделению эта работа выполнена частично (на площади 30 га) при помощи трактора с тракторными накладками, а на других 30 га—специальным плугом; по Майданецкому отделению—трактором на 230 га и в Левадском отделении—плугом на 160 га. Кроме этого, старые свеклянища и свекловичные плантации были своевременно окопаны краевыми ловчими канавками.

6 мая начался лет долгоносика. Тотчас же был организован ручной сбор долгоносика, производившийся сначала на старых свеклянищах, а затем и на посевах свеклы. Всего по совхозу было собрано 26,7 ц долгоносика. С появлением долгоносика на посевах (плотность которого во всех отделениях достигала 20 шт. на 1 кв. м), как только появились всходы широко были использованы химические меры борьбы (опрыскивание про-

изводилось 4 раза). Благодаря активным методам борьбы с долгоносиком, посевы свеклы во всех отделениях удалось отстоять от гибели, между тем как в 1936 г. в совхозе погибло от долгоносика 63 га посева.

Из других вредителей в небольшом количестве была щитоноска, не причинившая заметных повреждений. С 24 июня началось заметное повреждение свеклы личинкой долгоносика. Вначале количество личинок было невелико, а к концу июля увеличилось настолько, что под одним корнем можно было обнаружить 10—12 и даже 18 шт. В июле личинками долгоносика было повреждено в среднем по совхозу до 20% корней, в отдельных же случаях повреждение доходило до 40% и даже 50%. Личинки подъедали корни в течение всего июля и лишь к концу месяца стали окукливаться.

От усыхания, вследствие повреждения личинками, по совхозу погибло, в среднем, около 3% корней.

Сильная засуха благоприятствовала жизнедеятельности личинок; пораженная свекла имела крайне угнетенный вид. С выпадением осадков, в начале августа, здоровая свекла быстро оправилась после засухи, однако, растения, поврежденные личинками, хоть и образовали свежую листву, все же нормального прироста корня долгое время не давали.

Условия роста свеклы. Хорошо обеспеченная влагой в начальный период роста, свекла во время разборки букетов и даже в период проверки имела прекрасный, свежезеленый вид. Но в период засухи, с 15 июня, рост свеклы замедлился, а в июле, под влиянием засухи, состояние растений было крайне угнетенное: ботва пожелтела, началось отмирание периферийных листьев, увядание и засыхание пораженных личинкой растений.

Свекла поправилась лишь в первой декаде августа, после выпавших дождей, развила обильную ботву и продолжала успешно развиваться до уборки. Смыкание рядков произошло 15—18 августа, размыкания не наблюдалось до самой копки (табл. 5).

Таблица 5

Динамика роста сахарной свеклы с 8 июля по 2 сентября

(по данным агрохимлаборатории совхоза)

Отделения совхоза	Фамилии звеньевых	Средний вес корня (в граммах)					
		8/VII	19/VII	30/VII	9/VIII	21/VIII	2/IX
Левадское	М. Сорока	58,6	84,9	117	195	253	297
„	Василенко	45,4	62,3	81,9	147	178	221
„	Н. Сорока	31,4	44,9	64,4	116	168	241
Майданецкое	М. Дубик	49,5	70,0	91,7	143	178,6	214
„	Н. Мойко	45,8	61,0	84,4	146	—	—
Степнянское (контроль)	—	55,0	77,0	114,0	185	—	—

Как видно из приведенных данных, разница в росте свеклы в июле и августе была колоссальной. Если в июле суточные приросты веса корня составляли в среднем 1,5—2 г, то в августе они увеличились в среднем до 4—5 и 8 г.

Густота насаждения после проверки, по состоянию на 20 июня, в среднем по совхозу составляла около 98 тыс. корней на 1 га. Ко времени копки насаждение уменьшилось в среднем на 5%, а в числе оставшихся корней не менее 5% было мелких, непригодных для переработки на сахарном заводе.

Урожай свеклы и уборка. Уборка свеклы во всех отделениях начата была 7 сентября. Копка и очистка по Левадскому отделению закончена 10 октября, по Степнянскому и Майданецкому отделениям продолжалась до 5 ноября.

Подкапывание корней производилось свеклоподъемниками ЗТС и ЗНС; очистка,—в основном, ножами Сторожика. В сентябре разрыв во времени между копкой и возкой не превышал для основной массы выкопанной свеклы одного-двух дней. Окончена вывозка свеклы к 15—18 ноября.

Урожай корней свеклы составлял в среднем по совхозу 235 ц/га. По каждому отделению получено в среднем с 1 га:

по Майданецкому	236 ц	по Степнянскому	234 ц
„ Левадскому	238 „	„ Кобелякскому	220 „

Стахановские звенья получили урожай выше среднего, а именно:

В. Осипович	356 ц	По Левадскому отделению	М. Дубик	286 ц	По Майданецкому отделению
Г. Василенко	300 „		Ф. Кмитевич	260 „	
П. Батижон	290 „		Н. Мойко	255 „	
М. Сорока	301 „		Т. Крикун	270 „	

Урожай сахарной свеклы в колхозах Тальновского района в 1937 г. составлял 167 ц/га. Таким образом, свеклосовхоз, находясь в одних и тех же климатических условиях, собрал урожай на 68 ц/га больше, чем колхозы района.

Величина урожая сахарной свеклы в значительной степени зависит от внесения основного удобрения с осени. Очень наглядно это подтверждается данными об урожае на двух равных участках Левадского отделения. Так, на первом из них (площадью 27 га), где с осени была внесена полная норма основного минерального удобрения (120 кг P_2O_5 + 60 кг N + 60 кг K) и, кроме этого, проведено лущение, урожай корней составлял 300 ц/га, тогда как на другом участке (площадью 14,1 га), где основное удобрение с осени не вносилось и лущения не было, урожай составил всего лишь 180 ц/га.

Приведенные данные служат ярким доказательством высокой эффективности основного удобрения и лущения и необходимости применения их на полях колхозов и совхозов.

Бригада ВНИС, по заданию агрохимлаборатории Института, производила опыты (по схеме П. А. Власюка) с внесением разных норм поваренной соли в рядовых удобрениях. В этих опытах при внесении 1,5 ц/га поваренной соли, вместе с NP, получена прибавка в урожае 15,1 ц/га; при внесении же 3 ц и 5 ц/га результаты были отрицательные. Очевидно, внесение поваренной соли в рядки одновременно с внесением азотных и фосфорных удобрений будет эффективным при норме, приблизительно, около 1—1,5 ц/га. После окончательной проверки этих выводов в 1938 г. здесь же, в условиях Тальновского свеклосовхоза, они будут переданы в производство.

Внесение в рядки, вместе с азотом и фосфором, калия, как это установлено в проведенных бригадой опытах с пятикратной повторностью, дает прибавку в урожае 43,8 ц/га и повышает сахаристость на 0,8%. Эффективность этого приема доказана в условиях слабо выщелоченного чернозема.

Эффективность внесения в рядки поваренной соли дает экономию в размере 70 руб. на гектар, а эффективность внесения в рядки калия—22 рубля[1].

Таким образом, удобрения в сочетании с высокой агротехникой, как это мы видим на примере Тальновского совхоза в 1937 г., обеспечивают высокий урожай даже в самых неблагоприятных метеорологических условиях.

Маточная свекла

Площадь под посевом маточной свеклы в свеклосовхозе составляла в 1937 г. 110 га.

[1] Об этих опытах подробно см. статью А. Д. Касьянчука в „Н. З." № 1—2 за 1938 г.

Ниже приводим основные агротехнические показатели, характеризующие подготовку почвы под эту культуру по каждому отделению.

Таблица 6

Подготовка почвы под посев маточной свеклы

Отделения совхоза	Площадь (в гектарах)	Почвенная разность	Предшественник	Удобрение под предшественник	Основное удобрение с осени	Время глубокой вспашки
Майданецкое	25	Слабо выщелоченный чернозем	Озимая пшеница (на 10 га). Рожь (на 15 га)	Не вносились	Не вносилось	22—26/X
Левадское	29	Тоже	—	„	„	4/IX—8/IX
Степнянское	40	„	—	„	45 кг P + 32 кг K	17/IX—30/IX
Кобелякское	16	Слабо оподзоленный чернозем	—	Навоз 20 т	90 кг P + 26 кг N	16/VIII—1/IX

Лущение с осени не производилось ни в одном из отделений.

Посев произведен в более сжатые сроки (2—3 дня) после посева фабричной свеклы. Рядовые удобрения в каждом отделении вносились в количестве 32 кг $Pc + 12$ кг Nc на гектар. Посев производился семенами Немерчанской селекционной станции сорта Н.У $\frac{33}{34}$. Норма высева семян—22 кг на га.

Предпосевная обработка почвы под маточную свеклу ничем не отличалась от такой же обработки под фабричную свеклу.

Шаровка и прорывка проводились вручную сапками, а два рыхления—„Украинкой" на конной тяге. Сорняки из рядков удалялись вручную сапками (полка). Подкормка маточной свеклы не производилась.

Густота насаждения маточной свеклы после проверки по каждому из отделений была следующая:

Майданецкое . . . . . 122 тыс. корней
Левадское . . . . . 85 „ „
Степнянское . . . . . 95 „ „
Кобелякское . . . . . 123 „ „

Период вегетации маточной свеклы был более длительным, чем у фабричной, так как копка маточной свеклы происходила позже. Урожай маточной свеклы в 1937 г. составлял 375 ц га, против 280 ц га по плану.

Подкапывание свеклы на всей площади произведено свеклоподъемником. Начата копка 15/X, закончена 1 XI. Укладка в кагаты началась 16/X, закончилась 15/XI.

Всего по совхозу закагатировано 9108 тыс. корней, что обеспечивает посадочным материалом в 1938 г. площадь высадков в 416 га, т. е. с превышением плана, предложенного трестом, на 16 га или на 3,5%. Средний выход посадочного материала по совхозу 1 : 4.

Высадки

Общая площадь, занятая свекловичными высадками в 1937 г., составляла в целом по совхозу 318 га. По отделениям эта площадь распределялась следующим образом:

Майданецкое . . . . . 55 га
Левадское . . . . . 72 „
Степнянское . . . . . 117 га
Кобелякское . . . . . 74 „

Предшественником высадков во всех отделениях была озимая пшеница. Навоз под пшеницу, в норме 20 т/га вносился только в двух отделениях: Майданецком—на всей площади высадков 1937 г. и в Кобелякском—на 50% площади. Лущение с осени под высадки, как и под свеклу, не производилось. Основное удобрение под глубокую пахоту вносилось только в трех отделениях в следующих нормах на гектар: по Майданецкому отделению—35 кг P + 20 кг K, по Кобелякскому—90 кг P + 26 кг N + 20 кг K, по Степнянскому—45 кг P + 16 кг N + 32 кг K.

Предпосевная обработка почвы под высадки состояла из культивации в один-два следа + боронование в два следа. На части площади, кроме того, произведено боронование легкими боронами в один след.

При посадке внесено под корень из расчета на гектар: 3,2 ц суперфосфата + 0,7 ц сульфат-аммония. Кроме этого, на площади 49,8 га, в виде гнездового удобрения, внесен перепрелый навоз в количестве 40 ц/га. Посадка высадков, из-за неполной обеспеченности рабочей силой, растянулась до 10 дней. Высококачественно проведена посадка в Кобелякском и Майданецком отделениях, несколько хуже—в Степнянском и Левадском. На высадках, кроме открывки головок (с рыхлением вокруг корня) и ручной шаровки, произведено два рыхления на всей площади (накрест в двух противоположных направлениях) и третье—на 75% площади.

Подкормка высадков произведена на площади 105 га, вручную, с одновременным удалением сорняков вокруг куста. Удобрения при подкормке вносились в сухом виде по норме (на гектар): 1,3 ц суперфосфата + 0,4 ц натронной селитры + 0,3 ц калийной соли. Проведение подкормки по сути было сорвано врагами народа; вредители сорвали также и проведение пинцировки высадков. Как впоследствии выяснилось, трем управляющим отделениями была дана скрытая директива вязать большие снопы во время уборки. Все это, разумеется, привело к большим потерям.

Большая часть периода вегетации высадков проходила в условиях засухи, оказавшей, несомненно, отрицательное влияние на урожай. Кроме этого, снижению урожая способствовали также и повреждения долгоносиками, с которыми на высадках не проводилось почти никакой борьбы. Несмотря на это, урожай свеклосемян, судя по состоянию высадков ко времени уборки, должен был бы составить не менее 12 ц/га. Между тем, фактически урожай свеклосемян, в среднем по совхозу, получен 8 ц/га против плана в 15 ц/га.

Причиной этих громадных потерь, кроме указанных выше, является еще и то, что скирдование и молотьба высадков сильно затянулись, пока не начались большие дожди (в августе). Например, в Майданецком отделении молотилка, подготовленная для молотьбы высадков, была поставлена этими врагами на молотьбу заскирдованной озими, в то время как высадки с 55 га оставались незаскирдованными. Такое же положение было и в Степнянском отделении, где по-вредительски была проведена молотьба комбайном, с потерями до 3—4 ц на гектар, вследствие чего, по настоянию бригады ВНИС, большинство скирд соломы перемолачивалось вновь.

Зерновые озимые и яровые

1. Озимая пшеница. Под посевом озимой пшеницы (сорта „Украинка") в совхозе было занято 910 га. Предшественниками ее были: чистый пар (590 га), мешанка на сено (104 га), клевер на сено (169,5 га), клевер на семена (45 га) и высадки (1,5 га).

Из удобрений под озимую пшеницу в чистых парах на площади 163 га был внесен навоз из расчета 16—20 т/га и на площади 310 га—минеральные удобрения, в том числе на площади 60 га фосфорнокислое + азотистое удобрение, а на остальных 250 га—суперфосфат, томасшлак и фос-

форитная мука в норме 4,5 ц га. Всего под озимую пшеницу внесено 1344 ц минеральных удобрений.

Посев пшеницы производился с 25 августа по 16 сентября. Условия зимовки были благоприятные. Озимь вышла на весну в хорошем состоянии. Весной 1937 г. произведено боронование на всей площади посева. Подкормка производилась на площади 123 га, с внесением 2 ц га суперфосфата. Кроме того, на всей площади посева произведена полка сорняков.

Пшеница успела выколоситься еще до наступления сильной засухи и достигла полной спелости в первой декаде июля.

Во второй половине вегетационного периода пшеница во всех отделениях совхоза была в сильной степени поражена ржавчиной. На отдельных участках поверхность почвы была сплошь покрыта спорами ржавчины и имела красновато-бурую окраску.

Уборка пшеницы была начата 6 июля и по вине врагов народа, сделавших все для срыва уборки комбайнами, затянулась до августа, причем, в Майданецком отделении около 80 га пшеницы по этой же причине оставались неубранными и в период августовских дождей, в результате чего имели место большие потери, достигавшие 3—4 ц зерна на гектар.

В таблице 7 приводятся данные об урожае озимых хлебов, полученном в отдельных бригадах и отделениях совхоза.

Таблица 7

Урожай зерна озимых хлебов по отделениям и бригадам совхоза за 1937 год (в центнерах на 1 га)

Отделения и бригады	Культура	Площадь посева	Урожай	
			По плану	Фактический
Левадское				
Полищук Иван	Пшеница	126	17	21,3
„ „	Рожь	1,4	14,5	27,6
Лычак Илья	Пшеница	129	17	22,4
„ „	Рожь	9,3	14,5	26,9
Майданецкое				
Выхристенко Сергей	Пшеница	157	17	20
„ „	Рожь	22	14,5	19,6
„ „	Ячмень	85	17	18,5
Руденко Семен	Пшеница	158	17	20
„ „	Рожь	82	14,5	19,6
„ „	Ячмень	85	17	18,5
Степнянское				
Ягубенко Ульян	Пшеница	123	17	25
„ „	Рожь	24	14,5	22
Хроненко Петр	Пшеница	121	17	25
„ „	Горох	30	11	17

В среднем по совхозу урожай пшеницы (зерна) составлял 23,4 ц с гектара.

2. Рожь. Площадь посева озимой ржи на зерно составляла 99 га (в том числе 10 га вико-ржи). Полученный урожай зерна ржи—20,5 ц с гектара.

3. Ячмень и овес. Всего по совхозу под посев ячменя отведено было 170 га, а под овес—250 га. Посев произведен в достаточно влажную почву,

всходы были ровные. Задержка в росте этих культур под влиянием засухи стала заметной в конце мая. Однако, засуха не вызвала заметного снижения урожая. Например, урожай ячменя, весь посев которого находился в Майданецком отделении (ячмень высеян на участке, чистом от сорняков), составил 19,1 ц зерна с гектара. Средний урожай овса (13,9 ц/га) оказался ниже запланированного.

4. **Горох.** Горох был посеян в Степнянском отделении, по предшественнику—фабричной свекле, на площади 30 га. Урожай убран своевременно и без потерь. В среднем с гектара получено 17,1 ц против плана в 11 ц/га.

Травы

Под многолетними бобовыми травами посева прошлых лет занято было в совхозе 180 га, т. е. около 5% общей площади. Такая незначительная площадь многолетних бобовых трав никак не может обеспечить получение необходимого совхозу количества кормов. С другой стороны, ограниченность этой площади говорит о нерациональном ведении полеводства в совхозе. Согласно принятым в 1937 году севооборотам, многолетние бобовые травы должны занимать в совхозе не менее 23—25% площади.

Многолетние бобовые травы, кроме своей непосредственной кормовой ценности, помимо положительного воздействия на структуру и плодородие почвы, являются еще прекрасным предшественником для озимых.

Ранняя уборка первого укоса трав позволяет произвести раннюю вспашку паров, что весьма важно и с организационной стороны. Все это говорит о необходимости доведения площади трав в совхозе уже в 1938 г. до размеров, определяемых принятыми севооборами.

Культуре трав в совхозе вообще не уделялось достаточного внимания. Урожаи сена трав с одного укоса в совхозе за ряд лет, начиная с 1931 года, в редких случаях достигали 15—16 ц, в большинстве же случаев оставались на более низком уровне.

Урожаи семян трав за ряд лет тоже были низкие. Так, урожай семян клевера колеблется в пределах 0,3—0,8 ц с гектара, а урожай семян люцерны—1,5—3 ц/га. Люцерна в прошлом давала более высокие урожаи семян по сравнению с клевером. В 1937 году люцерна вовсе не дала семян, клевер дал 0,3—0,4 ц семян с гектара. Урожай сена многолетних трав в 1937 г. составлял 12—14 ц/га с одного укоса.

Низкие урожаи с.-х. культур всегда являются следствием низкой агротехники. Наряду с увеличением площади многолетних бобовых трав, надо поднять на должную высоту агротехнику этих культур.

Однолетние травы-мешанки в 1937 году дали 17 ц сена с гектара—урожай, безусловно, низкий, правда, в значительной степени обусловленный имевшей место засухой.

Насколько велико значение культуры трав в развитии животноводства, видно на примере откорма свиней по двум отделениям свеклосовхоза. В 1937 году, впервые в совхозе, Майданецкая и Тальновская свинофермы использовали травы для откорма свиней (люцерны 5 га и клевера 3 га).

По общему поголовью свиней, находившихся на откорме, включая подготовительные группы (Майданецкое и Левадское отделения), привес по месяцам, как это видно из таблицы 8, является весьма незначительным. Объясняется это тем, что совхоз не был обеспечен соответствующими разнообразными кормами, особенно корнеплодами и люцерно-клеверным сеном. Но использование клевера и люцерны в этих двух свинофермах за апрель, июнь, июль месяцы привело к значительному увеличению привеса и уменьшению затрат кормовых единиц. Так, в апреле суточный привес составлял 476 г при затрате 5 кормовых единиц, что против показателей за март дает значительное улучшение. Такое же положение наблюдалось в июне и в июле. В эти

Таблица 8

Прирост веса свиней при откорме за 1937 г. по всем отделениям совхоза

Месяцы	Количество израсходованных кормов (в килограмах)	Получено привеса (в центнерах)	Привес за сутки (в граммах)	Израсходовано кормов (в кормовых един.)	Расход кормов (в кг на 1 кг привеса)
Январь	12924	29,67	229	307,30	10,4
Февраль . . .	11917	44,49	373	318,60	7,1
Март	14781	47,55	310	483,16	10,1
Апрель	19304	91,98	476	465,50	5
Май	16231	51,58	316	409,05	9
Июнь	15221	82,62	532	459,17	5,5
Июль	15097	84,05	557	493,87	5,8
Август	16006	45,10	355	359,80	7,7
Сентябрь . . .	17556	72,10	243	444,64	6,1
Октябрь . . .	17492	61,67	284	510,14	8,2
Ноябрь . . .	18776	52,48	358	566,66	9,5
Декабрь . . .	19590	63,86	306	515,70	8
Итого . .	194895	727,46	373	5318,59	7,3

месяцы, как уже сказано выше, в рацион была введена доброкачественная полова—клевер, а в июне, июле кормили люцерной в зеленом виде. Этот откорм повышает привес свиней и понижает затраты кормоединиц на килограмм привеса.

Производительность труда и зарплата

В свеклосовхозе к концу 1937 г. широко развернулось стахановское движение (стахановцев было 135 человек). Стахановцы совхоза, ведя упорную борьбу за перевыполнение норм выработки и сокращение сроков выполнения производственных заданий, добивались внедрения новых агротехнических приемов, улучшения организации производства, рационализации и высокой эффективности проведения отдельных работ и т. д.

В 1937 г., основываясь на опыте стахановцев свеклосовхозов за 1935—1936 гг., в совхозе, при определении потребности в рабочей силе, были приняты следующие нормы нагрузки на одного рабочего: по фабричной свекле 0,75—1 га, по маточной свекле—1 га и по свекловичным высадкам 1,25 га. Средний состав звена был установлен в 7—8 человек со средней нагрузкой на звено 7—8 га. Как показал опыт работы в 1937 г., такой состав звена и такая нагрузка вполне себя оправдывают.

Так, несмотря на то, что свеклосовхоз в целом был обеспечен рабочей силой на 65—70% общей потребности и в период проверки и прорывки свеклы отставал в сроках окончания работ, копка свеклы в совхозе на площади 392 га, благодаря широко развернувшемуся в период уборки стахановскому движению, полностью была закончена к XX-летию Великой Октябрьской Социалистической революции. Между тем, в 1936 г. на 15 ноября в совхозе оставалось невыкопанной свеклы на площади 260 га.

Наглядное представление о ходе выполнения норм выработки отдельными звеньями по отдельным видам работ дают следующие данные за 1937 г. (таблицы 9 и 10).

На уборке зерновых и высадков стахановцы Якубенко П., Бурбела, Огневая, Гринчук, Штыкало, Захаревич, Вознесименко и др. перевыполняли дневную норму выработки на 130—150%, добиваясь в отдельных случаях перевыполнения даже на 175%. Заработок их на этих работах составлял до 11—12 руб. в день.

Таблица 9

Количество звеньев, выполнявших нормы выработки на прорывке, проверке и уборке свеклы в 1937 г. (из 35 звеньев свеклосовхоза)

Наименование работ	Выполнение норм до 100%	От 100 до 125%	От 125 % до 150%	От 150% до 175%	От 175% до 200%	От 200% и выше	Общий процент звеньев, перевыполнивших нормы
Прорывка	3	11	12	4	2	3	91,4
Проверка	2	13	11	3	4	2	94,2
Уборка	4	10	6	—	7	3	88,6

Таблица 10

Выполнение норм выработки на уборке зерновых и высадков по Степнянскому отделению

Наименование работ	Число рабочих, выполнявших нормы				
	До 100%	От 100% до 125%	От 125% до 150%	От 150% до 175%	Общий процент рабочих, перевыполнивших нормы
Уборка пшеницы	35	16	13	9	52,5
„ ржи	27	24	15	7	63,0
„ высадков	47	18	8	—	35,6

Высокая производительность труда у стахановцев свеклосовхоза в значительной степени обусловливалась непрерывностью и равномерностью прохождения того или иного производственного процесса, а это, в свою очередь, было обеспечено надлежащей организацией рабочего места, тщательной подготовкой орудий производства, четкой слаженной работой звеньев и бригад. Это видно на примере стахановцев Кмитевич Федоры, Василенко Татьяны, Огневой Марты, Дубик Марии и Осипович Вали. Они систематически перевыполняли норму выработки на уборке сахарной свеклы, давая от 13 до 20 ц в день при норме в 9 ц, т. е. превышая норму на 187—250%.

Рабочее время в течение дня распределялось у них на выполнение отдельных операций следующим образом.

У звеньевой Татьяны Василенко, дававшей выработку в день 15—18 ц свеклы:

Выдергивание корней и сбор в кучи 6%
Очистка корней 86%
Замер и укрывка куч 3%
Подкапывание и сбор неподкопанных корней 5%

Звеньевая Татьяна Василенко достигла очень большой быстроты в работе ботворезом Сторожика, очищая в минуту больших корней (весом 500 — 600 г) 9 шт. и мелких (весом от 200 до 300 г) 10—11 шт. Работа ею проводилась площадками 5×10 м; корни при копке и очистке сбрасывались в одну кучу.

Такие же показатели в распределении времени имеет и звеньевая Левадского отделения Валя Осипович.

Несколько иначе распределялось время у звеньевой Марии Дубик. Вот соответствующие данные:

	Дубик М.	Осипович В.
Выдергивание корней	5%	3%
Подкапывание и сбор неподкопанных корней	2—3%	4%
Замер и укрывка куч	10—12%	6%
Очистка корней	75—80%	84%
Отдых и обед	5%	3%

Звеньевые Дубик и Осипович работу проводили площадками 16 × 18 м при урожае до 400 ц, а дальше, при урожае до 300 ц, площадками 11 × 25,5 м. В первом случае свеклу собирали в две кучи, располагая их посредине площадки 8 × 10 м от краев и куча от кучи по длине. Во втором случае свеклу собирали в четыре кучи, располагая их на площадке в шахматном порядке на 4 м от краев и на 8 м куча от кучи. Затем, в обоих случаях очищенную свеклу сбрасывали в центр между кучами.

Наиболее удачным следует считать размер площадки у звеньевой Василенко Татьяны (5 × 10 м) со сбрасыванием корней при выдергивании и чистке в одну кучу. Такой размер площадки на уборке свеклы можно рекомендовать в том случае, если на участке работает один человек. Если же на участке работают совместно 2—3 работницы, размер площадки следует увеличить до 16 × 18 м со сбрасыванием свеклы в 4 кучи.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

А. Г. РАДЧЕНКО

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА КРОШЕНИЯ ПОЧВ ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПО ИХ СТРУКТУРЕ И ПЛАСТИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

(Лаборатория агропочвоведения ВНИС)

I

Своевременность обработки почв при максимуме их влажности, отвечающей лучшим технологическим свойствам почвы, является одним из главнейших требований высокой агротехники.

Однако, в системе агротехнических приемов до сих пор еще нет надежных методов точного определения физической спелости почв. Обычно она определяется соответствующим состоянием температуры и влажности, а также возможностью передвижения машин и орудий по поверхности пашни. Такое определение не всегда удачно используется, а неточность в определении срока обработки приводит зачастую к очень низкому ее качеству, с созданием плохих физических свойств почвы, особенно на малоструктурных почвах, что, естественно, влечет за собою понижение урожая.

В целях устранения грубых ошибок, при определении наступления момента для обработки почв, рекомендуется иногда пользоваться таким субъективным методом, как бросание комка почвы, предварительно сжатого в руке, на землю с высоты пояса. Если при этом почва распадается на комки, то ее, следовательно, можно обрабатывать.

Кроме таких методов, в литературе имеется и ряд других указаний. В частности, В. Р. Вильямс (1) указывает, что лучшие условия для обработки почв лежат в пределах 60% влажности от полной влагоемкости. Позже, возвращаясь к этому же вопросу, Вильямс (9) указывает, что наилучшим моментом для обработки следует считать тот, когда влажность почвы составляет 60% от максимальной капиллярной влагоемкости. Однако, необходимо отметить, что эти величины не являются тождественными, и для разных почв они различны. Показатели величины полной влагоемкости являются более постоянными; для одной и той же почвы они менее изменчивы, чем показатели максимальной капиллярной влагоемкости.

Такой подход в определении физической спелости почв по состоянию влажности не является новым, так как еще в 1889 г. Puchner указывал, что распадение глины на комки наступает в более или менее значительных размерах при влажности, которая соответствует 60% относительной влагоемкости (т. е. от полной влагоемкости). Позднее, в 1910 г., Fippin писал, что влага, находящаяся в некотором оптимуме, способствует не только крошению почвы на определенной величины комки, но и созданию условий для структурообразования.

В 1932 г. I. A. Scipher освещает этот вопрос более полно, указывая, что влага в почве является ключем для создания структуры и что создание структуры зависит от содержания влаги в почве, что связь между влажностью почвы и структурообразованием является в высшей степени тонкой и чувствительной. В любой почве существует оптимальная влаж-

ность для условий обработки. При обработке почв в пределах границ этого оптимума влаги почва дает максимальное структурообразование, а при обработке вне этих пределов структура становится слабой или приобретает отрицательные свойства.

Все эти факты скорее являются констатирующими, но не объясняющими причин такой взаимосвязи влажности почв с ее лучшим моментом крошения.

К этой же категории работ можно отнести еще ряд других исследований (М. А. Антонова, Д. Г. Виленский и Германова и др.).

Нам удалось установить корреляцию между пластическими свойствами почвы и лучшим физическим моментом для обработки, связанным с состоянием влажности почв.

Нашими исследованиями, проведенными в 1932 г. в зоне обыкновенного чернозема в Шевченковском свеклосовхозе, а позднее, в 1933 г., на средне оподзоленных почвах Хреновецкого свеклосовхоза, установлено, что лучшая влажность почв для обработки лежит в пределах раскатывания почв в проволоку (что легко определить лабораторным путем, пользуясь для этого методикой по определению пластичности Atterberg'a).

Пластичность почв является приемлемым показателем их водных свойств, а разные интервалы в пластическом состоянии отражают отдельные моменты физического состояния почвы, причем довольно близкие к их природному состоянию.

По методике Atterberg'a устанавливаются такие интервалы пластичности грунтов и почв, которые дают возможность выразить эти свойства в цифровых показателях, а именно:

1) верхняя граница текучести,
2) нижняя граница текучести,
3) граница клейкости,
4) граница скатывания.

Интервал между пределом раскатывания и границей нижней текучести называется числом пластичности.

Мы задались целью проанализировать подход к изучению пластических свойств почвы на основе констант, имеющих определенную связь с агротехническими приемами. Такому подходу к вопросам изучения пластичности почв способствовало то положение, которое обычно наблюдается в природных условиях, а именно—влажность почв, близкая к пределу раскатывания почв в нити, совпадает с влажностью почв, при которой почва лучше крошится на комки, а состояние пашни при такой влажности получается более высококачественным.

Второй момент, который также имеет связь с пластическими свойствами почвы, это совпадение нижней границы текучести и капиллярной влагоемкости (табл. 1).

Таблица 1

Связь между влажностью, отвечающей границе нижней текучести почв, и капиллярной влагоемкостью

Место взятия образцов (свеклосовхозы)	Название почвы	Процент влаги в почве, отвечающий нижней границе текучести	Процент влаги в почве в момент капиллярного насыщения
Семеновский	Сильно выщелоченный чернозем	47,7	46,9
"	Слабо карбонатный чернозем	41,8	41,4
Владимировский	Сильно выщелоченный чернозем	36,8	36,7
Шевченковский	Слабо выщелоченный чернозем	48,7	46,4
Дубовязовский	Слабо солончаковый чернозем	35,5	34,8
Хреновецкий	Средне оподзоленная почва	33,0	32,1
Бродецкий	" " "	35,7	35,5
Згуровский	Средне осолоделый чернозем	32,1	31,5

Как видим, приведенные данные свидетельствуют о взаимосвязи между влажностью, отвечающей нижней границе текучести, и капиллярной влагоемкостью почв, вследствие чего и эта граница пластичности приобретает довольно конкретный агрономический смысл, благодаря чему границы пластичности можно выразить иными, более понятными обозначениями, а именно:

Границы пластичности почв

По Atterberg'y	По автору
Граница нижней текучести	Капиллярная влажность (количество воды, которое может быть удержано почвой в максимуме благодаря капиллярным силам почвы).
Граница раскатывания почвы в нити	Оптимальная влагоемкость, отвечающая пределу крошения почв (влажность почв, при которой наступает физическая спелость почв).
Число пластичности	Интервал между капиллярной и оптимальной влагоемкостью почв (влага вызревания почв).

Таким образом, выходит, что по показателям пластичности можно судить о целом ряде физических свойств почвы, относящихся к водному и воздушному режиму их.

В данной работе мы не будем касаться всех тех возможностей, какие дают показатели пластичности для агрофизического контроля почв, в частности, по определению воздушного режима. Мы будем разбирать вопросы, связанные с определением наступления момента для обработки почв.

Как видно из вышеприведенного сопоставления границ пластичности с теми моментами, которые отвечают природному состоянию почв и их лучшим технологическим свойствам, влажность почв играет большую роль в выявлении последних. В то же время, влага почв, в отдельные моменты пластического состояния, может находиться в различном сочетании ее форм, что обусловливается ее связью с твердой фазой почвы и физико-химическими свойствами.

При максимальном капиллярном увлажнении, вода в почве находится в таком количестве, которое придает минимальное сцепление почвенным частицам. При таком состоянии влажности почвы нет возможности проводить ее обработку, так как при этом затруднено передвижение машин и орудий, а кроме того, почва совершенно лишена способности крошиться.

По мере же физического созревания почвы, темпы которого зависят в значительной степени от климатических условий года, а также и от физических и других свойств почвы, влажность последней изменяется, а способность при обработке крошиться нарастает к тому пределу влажности, при котором возможно крошение почвы без распыления структуры и образования глыбистости.

Вызревание почвы после ее размерзания не происходит мгновенно, а сопряжено с некоторым процессом во времени, что ведет к изменению состояния коллоидной системы почвы, поэтому крошение почвы в условиях разной влажности будет различное. Температурные же условия ускоряют процесс вызревания, что можно наблюдать и в полевых условиях, когда влажность почв в продолжение некоторого времени почти одинакова, а характер крошения иной. Такому изменению физических свойств почв способствуют и биологические процессы, развивающиеся более энергично при благоприятном комплексе климатических условий.

Отсюда, момент физической спелости почв является категорией динамического порядка; он связан, в значительной мере, с физико-механическим и химическим состоянием структуры. При нарастании новых качеств

структуры неизбежно изменяется в ту или иную сторону и характер крошения почвы, что зависит от внутреннего качества структуры, величины преобладающей фракции, а также и внутриструктурной влагоемкости.

Нарастанию новых качеств структуры может способствовать целый комплекс агротехнических мероприятий, в особенности таких, как севооборот, многолетние травы, чистый пар, глубина и качество обработки, набор орудий, срок обработки, лущение, виды и нормы удобрений, способы их заделки и др.

Особо важное место здесь занимают минеральные удобрения, так как в целом ряде случаев минеральные удобрения резко изменяют гидрофильность почвенных коллоидов, в связи с чем изменяются физические свойства воды в почве и, естественно, характер крошения почвы.

Отсюда и вытекает связь структуры с пластическими свойствами почвы и ее непрерывной во времени динамикой, которая в каждом отдельном случае ведет к определенному структурообразованию. Кроме того, созданию определенной формы структуры способствуют те силовые явления, которые возникают в микро- и макрочастицах почвы, благодаря динамичности влаги в почве и, естественно, что в каждом отдельном случае в почве того или иного типа протекают своеобразные процессы формирования структурных отдельностей.

Дальнейшему закреплению структуры способствует обволакивание поверхности стенок структурных пор минеральными и органическими коллоидами, создавая при этом как бы защитный слой, который предохраняет почву от спекания после увлажнения и быстрого высыхания. Чем резче выражен такой защитный слой, тем лучше структура почвы. При разрушении этого защитного слоя, структура приобретает склонность к образованию корки и спеканию. Последнее особенно ярко проявляется на почвах с малым количеством органического вещества и на почвах с тяжелым механическим составом.

Значение строения структуры для физического созревания почвы в связи с различной влажностью особенно велико. Различная плотность комков, вследствие неоднородной их пористости, создает различную внутриструктурную влагоемкость, что, при изменении режима влажности почвы, ведет также к ускорению процессов структурообразования.

Кроме того, различная пористость комков обусловливает различную аккумулятивную способность почв к поглощению воды, как клеток почвенного тела. Поэтому предельная полевая влагоемкость в большинстве случаев зависит от внутриструктурного строения почвы. Проникновение же влаги в почву зависит от величины межструктурной пористости. Кроме того, межструктурная пористость в основном служит аэрационной системой почвы, а также создает минимальное сопротивление крошению при обработке почв именно в этих местах. Таким образом, чем пористее структура, тем больше почва способна накопить и удержать воды. Этому также способствует и наличие органического вещества в почве, а также и физико-механический и химический ее состав.

Таким образом, одним из моментов, говорящих о готовности почв к обработке, может служить предельная внутриструктурная влагоемкость, по величине которой можно не только определять физическую спелость почв для обработки, но также выяснить и тот запас воды, который может быть реальным в пахотном и подпахотном горизонтах, в особенности на момент физической спелости почв.

Но поскольку строение структуры не везде может быть благоприятным, необходимо стремиться повышать влагоемкость почвы путем создания (обработкой) соответствующей межструктурной пористости, с одновременным улучшением внутриструктурной пористости, посредством введения в севооборот многолетних трав, внесения навоза и др. удобрений. Следовательно, обработку таких почв, в целях коренного улучшения структуры, необходимо производить при несколько повышенной влажности,

чем это показывает внутриструктурная влагоемкость. Это необходимо для сохранения максимума полезной влаги в почве, что имеет большое значение в условиях неравномерного распределения осадков весной и летом.

В какой мере все выше затронутые вопросы являются обоснованными, мы увидим из последовательного разбора специально проведенных с этой целью опытов.

II

В результате опытов по изучению „спелости" почв, проведенных в Хреновецком свеклосовхозе (Винницкая область), установлено, что между влажностью почвы и наиболее благоприятным моментом для ее обработки существует определенная зависимость (таблица 2).

Таблица 2

Характер рассева почвы на структурные отдельности в зависимости от влажности (в процентах по группам комков)

Дата наблюдений	Слабо оподзоленная почва. Нижняя граница текучести=41,5; предел раскатывания=26,5					Средне оподзоленная почва. Нижняя граница текучести=37,3; предел раскатывания=24,9				
	>14 мм	14—2 мм	2—0,25 мм	Влажность почв в процентах на абсолютно сухую почву	Примечание	>14 мм	14—2 мм	2—0,25 мм	Влажность почв в процентах на абсолютно сухую почву	Примечание
31/III	—	—	—	35,3	Не рассевается, сильно липкая	—	—	—	30,1	Не рассевается, сильно липкая
4/IV	—	—	—	35,8	То же	29,9	69,2	0,9	29,6	То же
5/IV	—	—	—	34,1	„	43,4	55,7	0,9	29,0	„
7/IV	47,6	52,0	0,4	33,7	Сильно влажная, обкатывается	36,7	61,9	1,4	29,5	„
8/IV	—	—	—	31,6	Не определялась	13,8	74,7	11,5	28,5	Не липкая, но на ситах обкатывается
9/IV	44,1	54,1	1,8	30,1	Слипается, влажная	35,7	61,7	2,6	28,2	Не липкая, почти готова к обработке
11/IV	7,5	78,0	14,5	29,6	Почва готова к обработке	24,8	55,4	19,8	24,3	Почва готова к обработке
13/IV	28,2	55,2	16,6	29,0	После обработки	27,4	58,8	13,8	24,1	После обработки
16/IV	35,8	50,8	13,4	27,7	Образовавшая крупные комки, легко распадающиеся при рассеве	13,2	52,2	34,6	22,6	Рассевается с образованием более мелких фракций
23/IV	34,5	52,9	12,6	27,1	То же	13,1	53,3	33,6	22,2	То же

Как видно из приведенной таблицы, почва, имеющая влажность, значительно превышающую предел раскатывания, плохо крошится, а при обработке образует глыбы, достигающие 60 — 45% от поверхности,

: диаметром 15—12 см; глыбы быстро высыхают и не разрушаются даже при помощи катка. Обработанная же почва при влажности на 3—4% выше предела раскатывания образует глыбистость до 12—19%. При обработке почвы с влажностью на 2% выше предела крошения глыбистость уменьшается до 4—5%; образовавшиеся при этом глыбы легче разрушаются даже при помощи бороны; поверхность пашни получается более ровная, а воздухоемкость почвы для посева свеклы нормальная.

Проводить закрытие влаги в почве бороной при 33% влажности крайне затруднительно, так как борона не рыхлит поверхность, а оставляет лишь бороздчатый след, что сильно ускоряет испарение. Все же, если такой прием сочетать с повторным боронованием, то его необходимо рассматривать, как прием ускорения созревания почвы. Однако, он может применяться в исключительных случаях, при этом необходимо следить, чтобы в процессе вызревания не была упущена лучшая для закрытия влаги бороной граница влажности, равная для слабо оподзоленных почв 30,1%, а для средне оподзоленных 28,2%.

Лучшая влажность почвы для ее обработки культиватором составляет для слабо оподзоленных почв 29%, а для средне оподзоленных 26%. При этом нельзя забывать, что температурные условия в значительной степени ускоряют процесс созревания почв. Так, например, слабо оподзоленные почвы, имеющие более темную окраску, прогреваются гораздо сильнее, чем средне оподзоленные, а это оказывает большое влияние на направление биохимических процессов в почве, приводящих к более быстрому созреванию почвы при более повышенной влажности (табл. 3).

Таблица 3

Изменение температуры почв в процессе их вызревания

Дата наблюдений	Глубина горизонта	Слабо оподзоленная почва				Средне оподзоленная почва			
		Температура							
		Утром	Средняя утром на глубине 0—15 см	Днем	Средняя днем на глубине 0—15 см	Утром	Средняя утром на глубине 0—15 см	Днем	Средняя днем на глубине 0—15 см
4/IV	0—5	—	—	8,4	—	—	—	10,6	—
	5—10	—	—	6,2	—	—	—	8,2	—
	10—15	—	—	5,8	6,8	—	—	6,2	8,3
5/IV	0—5	1,9	—	9,0	—	1,8	—	6,8	—
	5—10	1,9	—	6,2	—	1,8	—	4,2	—
	10—15	1,8	1,86	4,0	6,4	1,6	1,75	2,4	4,5
7/IV	0—5	0,4	—	7,4	—	0,4	—	7,6	—
	5—10	0,4	—	6,2	—	0,5	—	5,8	—
	10—15	0,5	0,43	4,8	6,1	0,6	0,5	4,4	5,9
8/IV	0—5	0,4	—	9,0	—	0,3	—	6,0	—
	5—10	0,6	—	6,0	—	0,4	—	4,4	—
	10—15	0,8	0,6	3,8	6,2	0,8	0,5	8,6	4,6
9/IV	0—5	—	—	4,2	—	—	—	4,0	—
	5—10	—	—	3,0	—	—	—	2,8	—
	10—15	—	—	2,4	3,2	—	—	2,6	3,1
11/IV	0—5	3,2	—	12,8	—	2,8	—	13,6	—
	5—10	3,2	—	12,2	—	2,4	—	9,4	—
	10—15	3,4	3,26	8,0	11,0	2,6	2,6	7,2	10,0
	15—20	3,6	—	6,8	—	2,8	—	5,2	—
	20—25	3,6	—	5,6	—	3,2	—	5,0	—
	25—30	3,4	—	4,4	—	2,8	—	4,2	—

Но момент физической спелости почв необходимо учитывать не только при предпосевной обработке, но и при весеннем бороновании посевов, так как это имеет большое значение для качества выполняемой работы, создания лучших условий в отношении сохранения влаги в почве и улучшения воздушного режима почв.

Это касается также и междурядной обработки, особенно после выпадения дождя или в поливных условиях, так как выполнение работ связанных с рыхлением в момент спелости почв, создает наилучшие условия для крошения почвы на средне- и мелкокомковатые фракции, сохраняя при этом ее прочность, а также, в значительной мере, почвенную влагу и улучшая сложение пахотного горизонта (таблица 4).

Таблица 4

Значение своевременного рыхления почвы под свеклой после дождя в условиях слабо выщелоченного (обыкновенного) чернозема

Культура	Рыхление	Скважность почвы в процентах к объему		Структурность (в процентах) по различной величине фракций				Процент влаги в горизонтах	
		Пах. горизонт	Подпах. горизонт	10 мм	10—5 мм	5—1 мм	1 мм	0—10 см	15—25 см
Сахарная свекла	Несвоевременное рыхление; затяжка с обработкой на несколько дней	42	41	58,3	11,5	22,6	15,3	12,4	14,9
	Своевременное рыхление мотыгой УКС	59	55	30,4	13,3	23,9	21,4	19,7	20,9

Приведенные данные подтверждают всю важность обработки почв в момент их лучшего крошения.

Условия лучшего крошения почвы тесно связаны не только с общим состоянием влажности почв, но и с характером соотношения форм влаги в почве, которые обусловливаются коллоидным состоянием почв. Так, в условиях средне оподзоленных почв Хреновецкого свеклосовхоза формы влаги в момент лучшего крошения почвы распределяются в следующем количественном соотношении (таблица 5).

Таблица 5

Соотношение форм влаги в почве в момент лучшего ее крошения

Влажность почвы в процентах от полной влагоемкости	Количество связанной воды	Количество свободной воды	Отношение связанной воды к свободной воде
	(в процентах)		
40	5,2	11,0	1:2
50	8,0	10,2	1:1,2
60	10,1	11,4	1:1,1

Такое соотношение форм влаги в почве резко изменяет технологические особенности почв, что полностью связано с состоянием коллоидов в почве, так как при увеличении влажности почвы выше 60% от полной ее влагоемкости сильно возрастает количество свободной воды, а механическая прочность структуры падает, почва становится более вязкой и липкой. При уменьшении же влаги, наоборот, вначале почва подвергается распылению, а чем больше подсыхает, тем приобретается более плотное стяжение, спайность. Это особенно заметно после сильного увлажнения и очень быстрого высыхания.

Таблица 6

Характеристика взятых для анализа образцов почв

Место взятия образцов почвы	Почвенный ряд	№№ п/п	Название почв по элементам почвенного комплекса	Механический состав			Валовой гумус (в процентах)	Поглощенные основания в миллиэквивалентах		Максимальная молекулярная влагоемкость по Лебедеву	Максимальная гигроскопичность почвы
				Песок (0,05)	Пыль (от 0,05 до 0,001)	Ил (< 001)		Ca	Mg		
Буринский свеклосовхоз, Черниговской области	B	1	Слабо выщелоченный чернозем	6,3	75,1	18,6	3,5	26,7	4,1	14,0	4,8
То же	„	2	Средне выщелоченный чернозем	3,9	78,9	17,2	3,5	25,4	3,4	13,8	4,1
„	„	3	Сильно выщелоченный чернозем	19,3	68,9	11,8	3,3	24,6	—	13,3	4,4
Корнинский свеклосовхоз, Киевской области	„	4	Слабо оподзоленная почва	22,4	63,4	14,2	3,3	19,0	2,8	12,1	1,9
То же	„	5	Средне оподзоленная почва	33,1	64,3	2,6	2,5	14,9	4,2	6,5	0,9
„	„	6	Сильно оподзоленная почва	57,0	38,3	4,7	1,7	17,8	4,8	2,6	0,4
Дубовязовский свеклосовхоз, Черниговской области	„	7	Слабо карбонатный солончаковый чернозем	9,4	83,4	7,2	3,7	23,7	3,5	16,1	4,7
Бахмачский свеклосовхоз, Черниговской области	„	8	Солончаково-осолоделый чернозем	14,9	71,6	13,5	3,78	21,0	—	16,4	5,5
То же	„	9	Средне осолоделый чернозем	16,2	68,6	15,2	4,65	25,7	5,0	14,7	5,5
„	„	10	Сильно осолоделый чернозем	18,3	65,8	15,9	3,17	—	—	13,7	4,3
Волочиский свеклосовхоз, Винницкой области	C	11	Слабо карбонатный чернозем	14,7	77,5	7,8	5,2	—	—	16,4	6,0
То же	„	12	Слабо выщелоченный чернозем	16,6	77,1	6,3	5,64	29,2	3,9	14,8	5,6
„	„	13	Средне выщелоченный чернозем	19,4	74,8	5,8	5,15	28,0	4,0	16,0	5,8
„	„	14	Сильно выщелоченный чернозем	37,7	56,0	6,3	3,09	24,0	4,1	11,8	5,8
Свеклосовхоз им. Воровского	E	15	Слабо карбонатный чернозем	19,9	73,93	7,17	4,07	34,2	—	15,2	6,7
То же	„	16	Слабо выщелоченный чернозем	11,3	80,1	8,6	3,39	26,8	—	17,2	6,8
„	„	17	Средне выщелоченный чернозем	14,5	77,4	8,1	5,75	26,2	4,4	17,2	7,5
Винницкая областная станция (Немерча)	„	18	Слабо оподзоленная почва	4,2	55,9	39,9	—	25,2	6,6	14,3	7,7
То же	„	19	Средне оподзоленная почва	2,5	72,7	24,8	2,08	21,3	3,1	17,5	5,0

Кроме того, спелость почвы, как уже выше отмечалось, связана с состоянием структуры, ее строением и физико-химическими свойствами почвы.

Для выяснения этого вопроса мы провели специальные исследования, а также использовали ряд материалов лаборатории агропочвоведения, результаты которых приведены в табл. 6.

Как видно, образцы были подобраны так, что они характеризуют самые различные элементы комплекса как по процессу почвообразования, так и по механическому и физико химическому составу.

Кроме этого, взятые образцы отличаются также и состоянием структуры, величиной комков, их водоустойчивостью и целым рядом других особенностей.

Образцы почв для анализа были взяты при почвенном обследовании в ненарушенном состоянии, поэтому для них имеется также характеристика их естественного сложения, полученная в полевых условиях.

Почва, рассеянная на фракции при структурном анализе, подвергалась детальному исследованию с изучением пористости структуры, объемного веса, степени набухания и др. Что касается методики проведения анализов, то здесь мы придерживались следующих приемов.

Определение объемного веса почв в ненарушенном состоянии, капиллярной и некапиллярной пористости производилось нами по методу Некрасова; агрегатный анализ—методом Тюлина; полная влагоемкость определялась по нарушенным образцам, просеянным через одномиллиметровое сито; пластичность—по методу Atterberg'a, пористость отдельных величин структуры—по методу Сидери при помощи ртути (метод описан в журн. „Почвоведение" № 4 за 1932 г.). Пористость структуры определялась по фракциям с величиной комков: от 10 до 6 мм, от 6 до 3 мм и от 3 до 0,5 мм. Повторность анализов—от пяти-до десятикратной, что позволило провести математическую обработку данных.

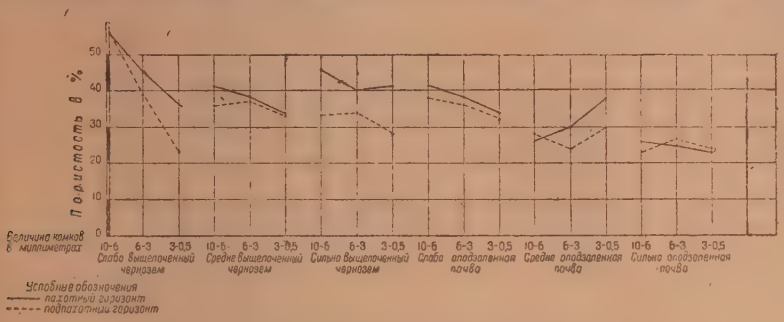
Ниже рассмотрим полученные данные. Прежде всего разберем данные пористости структуры (таблица 7).

Таблица 7

Пористость структуры различных почв по группам комков разной величины

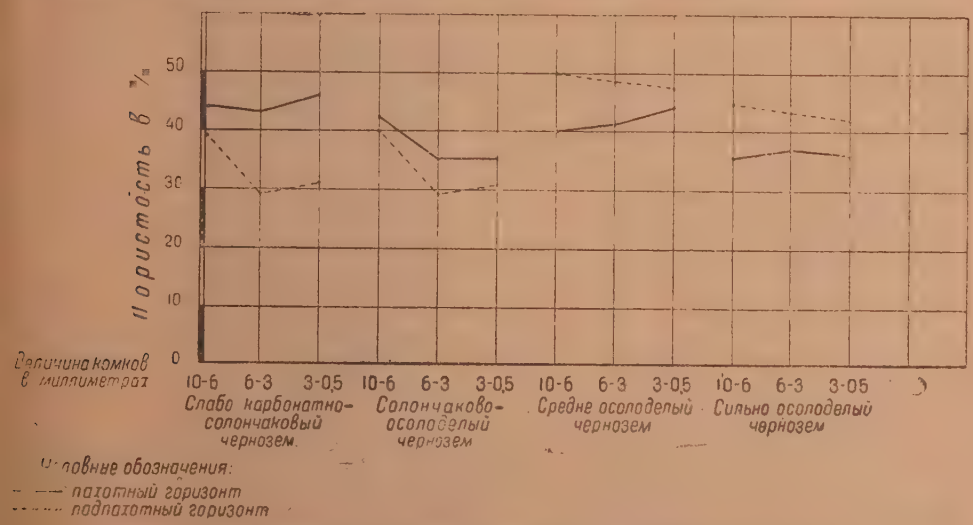
№№ п/п	Почвенный ряд	Название почв по элементам почвенного комплекса	Пористость структуры почв в процентах к объему					
			Пахотный горизонт			Подпахотный горизонт		
			10—6 мм	6—3 мм	3—0,5 мм	10—6 мм	6 3 мм	3—0,5 мм
1	B	Слабо выщелоченный чернозем . . .	49,6	45,4	36,5	55,4	38,2	23,3
2	„	Средне выщелоченный чернозем .	35,6	37,1	32,9	41,7	38,5	33,0
3	„	Сильно выщелоченный чернозем . .	45,9	40,3	40,6	33,9	33,5	28,7
4	„	Слабо оподзоленная почва	41,3	37,7	34,6	37,6	35,9	32,7
5	„	Средне оподзоленная почва	26,1	30,2	38,7	28,0	24,9	35,7
6	„	Сильно оподзоленная почва	26,2	25,0	23,9	23,7	26,8	23,7
7	„	Слабо солончаково карбонатный чернозем	44,8	44,1	46,7	41,7	48,6	39,5
8	„	Солончаково осолоделый чернозем .	42,6	37,3	36,9	39,0	29,2	31,2
9	„	Средне осолоделый чернозем . . .	40,3	41,0	44,4	49,9	49,1	47,6
10	„	Сильно осолоделый чернозем . . .	36,9	37,6	37.9	45,1	44,0	41,9
11	C	Слабо карбонатный чернозем	43,4	42.3	38,9	45,7	41,2	41,2
12	„	Слабо выщелоченный чернозем . . .	46,3	45,6	43,8	39,9	39,9	41,3
13	„	Средне выщелоченный чернозем . .	39,5	41,3	38,8	44,5	43,7	41,9
14	„	Сильно выщелоченный чернозем . .	36,7	32,5	28,0	34,3	33,1	31,2
15	E	Слабо карбонатный чернозем	34,1	37,1	34,9	35,3	35,3	32,3
16	„	Слабо выщелоченный чернозем . . .	44,7	41,0	36,6	40,0	38,4	33,1
17	„	Средне выщелоченный чернозем . .	37,4	37,4	33,0	41,6	38,6	36,8
18	„	Слабо оподзоленная почва	25,0	25,3	23,5	20,0	23,2	22,5
19	„	Средне оподзоленная почва	29,6	29,6	28,9	31,9	30,0	29,7

Как видно из приведенных данных, пористость структуры различных почв, отличающихся по процессу почвообразования и механическому составу, различная, а именно: в ряде В слабо выщелоченный чернозем обладает более повышенной пористостью, чем средне и сильно выщелоченный чернозем, а оподзоленные почвы обладают более плотной структурой. В основном же для большинства почв существует определенная закономерность в уменьшении пористости структуры в связи с уменьшением величины фракций. Исключение составляют случаи, когда более



Фиг. 1. Структурная пористость почв ряда В

крупные фракции структуры (а частично и средние) обладают меньшей пористостью. Последнее объясняется, с одной стороны, сильно ухудшенным состоянием физических свойств почв, вследствие неправильной их обработки, а с другой стороны, характером процесса почвообразования и склонностью почв к образованию корки и глыбистости.

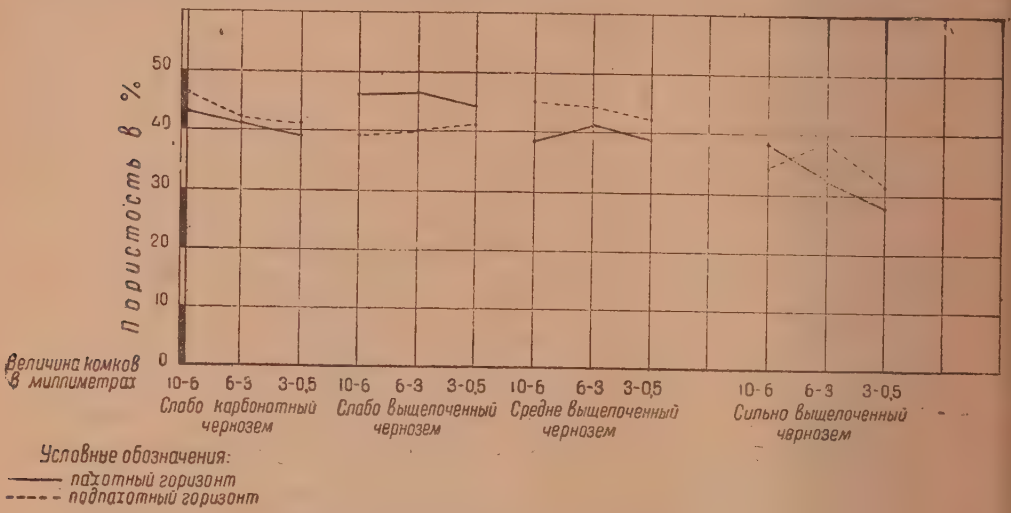


Фиг. 2. Структурная пористость солончаково-осолоделых почв ряда В

Такой подход к изучению структуры дает ценные указания в отношении агрономической оценки величин структурных фракций и говорит о том, что делать оценку структуры почвы чисто механически, лишь на основании величины комков от 10 до 0,5 мм, неправильно.

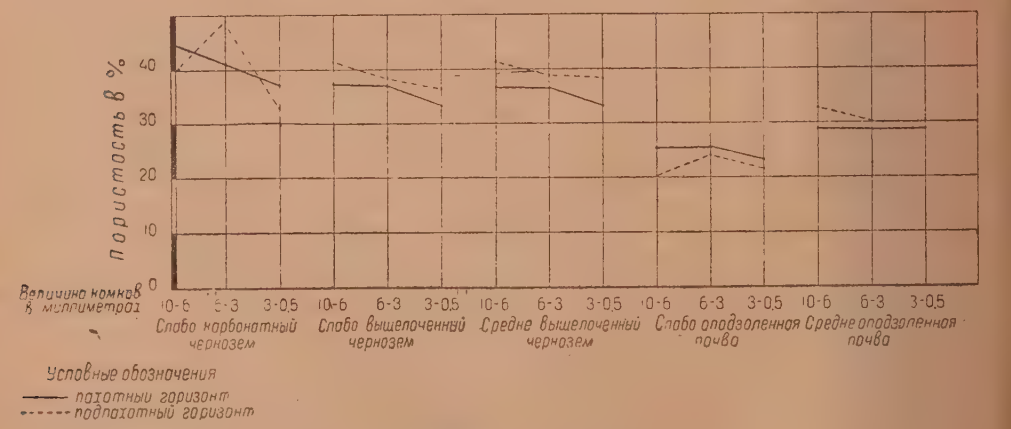
Так, например, для средне оподзоленных почв ряда В крупные фракции (10 мм) имеют гораздо меньшую пористость, чем более мелкие. Поэтому такие фракции необходимо отнести к глыбистости и не включать в группу агрономически полезной структуры (см. табл. 8 и фиг. 1).

Необходимо отметить, что структура у солончаково-осолоделых почв более плотная, чем у слабо карбонатных. Средне осолоделые почвы имеют еще менее плотную структуру, а пористость структуры в нижних горизонтах этих почв еще более высокая. Фигура 1 показывает, что пористость структуры у сильно оподзоленных почв ряда В гораздо ниже, чем у других почв этого ряда (фиг. 2).



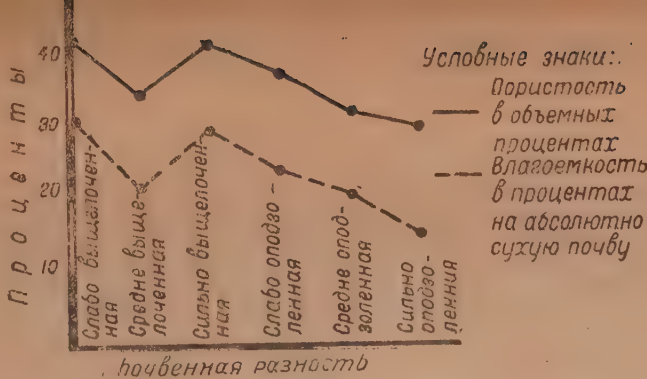
Фиг. 3. Структурная пористость почв ряда С

Пористость структуры почв ряда С имеет своеобразное состояние по каждому элементу почвенного комплекса. В данном случае необходимо отметить, что у средне и, особенно, у сильно выщелоченной почвы этого ряда состояние пахотного горизонта по структуре крайне неблагоприятно (фиг. 3).



Фиг. 4. Структурная пористость почв ряда Е

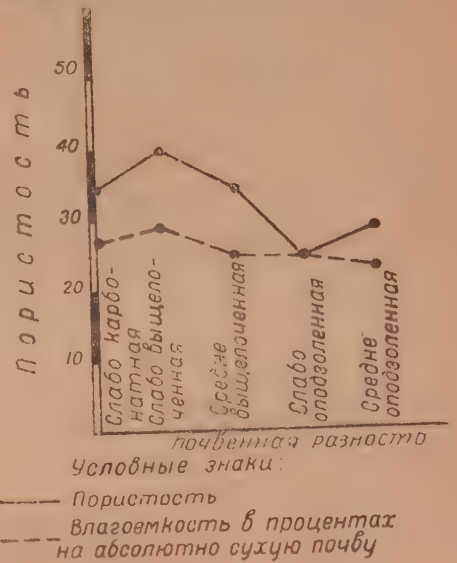
Характер пористости структуры почв ряда Е находится в прямой зависимости от процесса почвообразования; в связи с процессом выщелачивания пористость структуры этих почв уменьшается, структура же оподзоленных почв отличается крайне низкой пористостью. Причем слабо оподзоленная почва характеризуется весьма тяжелым механическим составом и крайне низкой пористостью (фиг. 4).



Фиг. 5. Пористость и влагоемкость структуры почв ряда В (в средних величинах)

Фиг. 6. Пористость и влагоемкость структуры почв Ряда В (в средних величинах)

Фиг. 7. Пористость и влагоемкость структуры почв ряда С (в средних величинах)



Фиг. 8. Пористость и влагоемкость структуры почв ряда Е (в средних величинах)

Учитывая степень набухания почв и пористость их структуры, мы произвели расчет структурной влагоемкости почв (для пахотного горизонта), результаты которого в виде средних величин представлены на приводимых диаграммах (фиг. 5, 6, 7 и 8).

Из приведенных диаграмм видно, что у почв с очень плотной структурой, но с тяжелым механическим составом, структурная влагоемкость сильно увеличивается за счет набухания структурных отдельностей, однако, в большинстве случаев, кривая влагоемкости отвечает направлению кривой пористости. Тем более величина влагоемкости структуры объясняется зависимостью, с одной стороны, от физико-химического состава почв, в частности, от коллоидного состава, количества гумуса, поглощенных оснований и других свойств, а с другой стороны, строением структуры почв, которое зависит, в основном, от действия этих факторов.

Пористость же структуры (макро- микро- и ультрапористость) играет значительную роль в жизни почвы. Пористость структуры связана с сложением агрегатов почвы и их прочностью. Кроме того, характер пористости структуры определяет собой величину неусвояемой растением влаги в почве, т. е. „мертвый запас воды". В отношении анализированных нами почвенных образцов это подтверждается следующими данными (табл. 8).

Из таблицы 8 видно, что строение структуры, обусловливающее характер влагоемкости, не везде благоприятно. Так, если считать, что при влажности почв, отвечающей максимальной молекулярной влагоемкости, передвижение воды в почве бывает очень слабым, то из данных таблицы 7 видно, что в ряде почв пористость структуры настолька малая, что влагоемкость структуры довольна близка к замедленному передвижению влаги, а это характеризует отрицательную сторону структуры, особенно на почвах ряда Е.

Такой подход к изучению характера строения структуры помогает косвенным образом судить о микропористости структуры, что связано с характером передвижения воды в почве и ее доступности для растений.

Из таблицы 8 видно, что суммарная величина влажности почвы (определяемая в большинстве случаев и до настоящего времени) не дает точного представления об усвояемости воды в почве для растений, тем более, что и распределение воды в самой почве, вследствие различной влагоемкости структурных комков, неодинаково. Известно, что максимум набухания почвы обычно наблюдается при влажности выше 60—70% от полной влагоемкости, и в то же время минимум липкости почвы имеет место при влажности 60% от полной влагоемкости. Следовательно, влагоемкость структуры при такой влажности почвы будет несколько выше, чем при строении структуры при воздушно-сухом состоянии, а отсюда и характер усвоения воды растениями также будет несколько иным.

Таким образом, если учесть, что количество воды в почве соответствует строению структуры при разном набухании, то эта вода находится в различном состоянии подвижности вследствие различной величины капилляров. Эту же величину можно определить и косвенно—по максимальной молекулярной влагоемкости. При таком сопоставлении пористости еще больше выясняются отрицательные свойства сильно уплотненной структуры (табл. 9).

Следовательно, такой анализ структуры помогает более правильной агрономической оценке группы комков. Отсюда ясно, что по одной величине комков и по их сочетанию еще нельзя судить о качестве структуры; для такого суждения необходимо знать внутреннее строение структуры.

Рассматривая аналитические данные вышеприведенных таблиц, необходимо отметить, что акад. В. Р. Вильямс прав, когда говорит о важности травосеяния для структурообразования и что одной обработкой создать благоприятное по физиологическому качеству состояние струк-

Влияние строения структуры на формы воды в почве

№№ по порядку	Почвенный ряд	Название почв по элементам почвенного комплекса	Влагоемкость структуры в процентах на абсолютно сухую почву [1]						Максимальная молекулярная влагоемкость по Лебедеву		Максимальная гигроскопическая влажность по Митчерлиху		Количество неусвояемой воды по Богданову	
			Пахотный горизонт			Подпахотный горизонт								
			10—6 мм	6—3 мм	3—0,5 мм	10—6 мм	6—3 мм	3—0,5 мм	Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт	Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт	Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт
1	B	Слабо выщелоченный чернозем	34,2	32,2	21,6	40,1	24,8	12,2	14,0	16,1	4,8	4,6	9,6	8,2
2	„	Средне выщелоченный чернозем	21,4	22,8	18,9	28,3	24,8	19,5	13,8	14,1	4,1	4,3	8,2	8,6
3	„	Сильно выщелоченный чернозем	33,8	26,8	27,2	24,2	20,6	16,0	13,3	13,7	4,4	4,6	8,8	8,2
4	„	Слабо оподзоленная почва	27,8	23,7	20,0	24,1	22,2	19,3	12,1	12,3	1,9	1,7	3,8	3,4
5	„	Средне оподзоленная почва	13,1	20,9	17,1	13,4	12,5	13,0	6,5	6,1	0,9	1,0	1,8	2,0
6	„	Сильно оподзоленная почва	13,4	12,6	11,8	11,7	13,8	11,8	2,6	6,5	0,4	0,2	0,8	0,4
7	„	Слабо солончаково-карбонатный чернозем	30,2	27,2	32,7	26,3	28,4	24,6	16,1	15,2	4,7	4,3	9,4	8,6
8	„	Солончаково осолоделый чернозем	28,2	29,0	27,0	24,8	16,1	17,0	16,4	15,4	5,5	5,6	11,0	11,2
9	„	Средне осолоделый чернозем	25,5	25,4	30,0	33,2	35,8	33,7	14,7	13,2	5,5	5,2	11,0	10,4
10	„	Сильно осолоделый чернозем	21,7	25,3	28,8	31,1	30,4	27,2	13,7	13,9	4,3	5,1	8,6	10,2
11	C	Слабо карбонатный чернозем	28,3	28,1	23,6	31,6	34,3	34,3	16,4	15,6	6,0	6,0	12,0	12,0
12	„	Слабо выщелоченный чернозем	34,2	31,5	28,8	25,2	25,2	26,7	14,8	15,8	5,6	5,6	11,2	11,2
13	„	Средне выщелоченный чернозем	23,3	25,1	22,1	28,0	28,0	26,0	16,0	16,3	5,8	5,9	11,6	11,8
14	„	Сильно выщелоченный чернозем	22,3	18,5	15,8	20,0	19,0	17,5	11,8	10,5	5,8	4,8	11,6	9,6
15	E	Слабо карбонатный чернозем	19,3	22,0	20,1	20,4	20,4	17,8	15,2	14,4	6,7	7,0	13,4	14,0
16	„	Слабо выщелоченный чернозем	29,8	25,6	21,2	24,5	24,5	17,1	17,2	16,8	6,8	6,9	13,6	13,8
17	„	Средне выщелоченный чернозем	24,1	24,1	21,0	26,7	23,5	21,7	17,2	17,4	7,5	7,9	15,0	15,8
18	„	Слабо оподзоленная почва	12,1	12,2	11,2	9,0	10,9	10,5	14,3	17,3	7,7	8,8	15,4	19,8
19	„	Средне оподзоленная почва	16,3	16,3	16,1	17,1	15,0	15,4	17,5	13,1	5,0	6,1	10,0	12,2

[1] Вычислено на основании определения пористости при воздушно-сухом состоянии почвы.

Характеристика доступности воды в почве для растений на основе учета строения структуры (в процентах на воздушно-сухую почву)

Таблица 9

№№ по порядку	Почвенный ряд	Название почв по элементам почвенного комплекса	Количество легкоподвижной капиллярной воды в комках почв						Количество доступной для растений воды в равных по величине комках						Средний процент доступной воды	
			Пахотный горизонт			Подпахотный горизонт			Пахотный горизонт			Подпахотный горизонт				
			10—6 мм	6—3 мм	3—0,5 мм	10—6 мм	6—3 мм	3—0,5 мм	10—6 мм	6—3 мм	3—0,5 мм	10—6 мм	6—3 мм	3—0,5 мм	Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт
1	В	Слабо выщелоченный чернозем	20,2	18,2	7,6	24,0	8,7	—	24,6	22,6	12,0	31,9	16,6	4,0	19,7	17,4
2	„	Средне выщелоченный чернозем	7,6	9,0	5,1	14,2	10,7	5,4	13,2	14,6	10,7	19,7	16,2	10,9	12,8	15,6
3	„	Сильно выщелоченный чернозем	20,5	13,5	13,9	10,5	6,9	2,3	25,0	18,0	18,4	16,0	12,4	7,8	20,4	12,0
4	„	Слабо оподзоленная почва	15,7	11,6	7,9	11,8	9,9	7,0	24,0	19,6	16,2	20,7	17,8	15,9	19,9	18,1
5	„	Средне оподзоленная почва	6,6	14,4	10,6	7,3	6,4	6,9	11,3	19,1	15,9	11,4	10,5	11,0	15,4	10,9
6	„	Сильно оподзоленная почва	10,8	10,0	9,2	5,2	7,3	5,3	12,6	11,8	11,0	11,3	13,4	11,4	11,8	12,0
7	„	Слабо солончаково - карбонатный чернозем	14,1	11,1	16,6	11,1	13,2	9,4	20,8	17,8	23,3	17,7	19,8	16,0	20,6	17,8
8	„	Солончаково-осолоделый чернозем	11,8	12,6	10,6	9,4	0,7	1,6	17,2	18,0	16,0	13,6	4,9	5,8	17,0	7,7
9	„	Средне осолоделый чернозем	10,8	10,7	15,3	20,0	22,6	20,5	14,5	14,4	19,0	22,8	25,4	23,3	15,9	23,8
10	„	Сильно осолоделый чернозем	8,0	11,6	15,1	17,2	16,5	13,3	13,1	16,7	20,2	20,9	20,2	17,0	16,6	19,3
11	С	Слабо карбонатный чернозем	11,9	11,7	7,2	15,7	18,7	18,7	16,3	16,1	11,6	19,6	22,3	12,3	18,0	18,0
12	„	Слабо выщелоченный чернозем	19,4	16,7	14 0	11,4	12,4	12,9	23,0	20,3	17,6	14,0	14,0	15,5	20,3	14,5
13	„	Средне выщелоченный чернозем	7,3	9,1	6,1	12,7	11,7	9,7	11,7	13,5	10,5	16,2	16,2	14,2	11,9	15,5
14	Е	Сильно выщелоченный чернозем	10,5	6,7	4,0	9,5	8,5	7,0	10,7	6,9	4,2	10,4	9,4	7,9	7,2	9,2
15	„	Слабо карбонатный чернозем	4,1	6,8	4,9	6,0	6,0	3,4	5,9	8,6	6,7	6,4	6,4	3,8	7,0	5,5
16	„	Слабо выщелоченный чернозем	12,6	8,4	4,0	7,7	6,7	0,3	16,2	12,0	7,5	10,7	9,7	3,3	11,9	7,9
17	„	Средне выщелоченный чернозем	6,9	6,9	3,8	8,3	6,1	4,3	9,1	9,1	6,0	10,9	7,7	5,9	8,0	8,1
18	„	Слабо оподзоленная почва	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	„	Средне оподзоленная почва	—	—	—	4,0	1,9	2,3	6,3	6,3	6,1	4,9	2,8	3,2	6,2	3,6

туры нельзя, хотя правильная обработка почвы и ускоряет в значительной степени процесс улучшения структуры.

Переходя далее к разбору данных о крошении почвы, которые характеризуют предел раскатывания по пластичности, постараемся раскрыть причинную связь между этими величинами и строением структуры почвы—влагоемкостью и моментом крошения (табл. 10).

Таблица 10

Сравнительные данные об определении лучшего момента крошения почв по влагоемкости, пластичности и строению структуры (в процентах)

№№ по порядку	Почвенный ряд	Название почв по элементам почвенного комплекса	Влажность почвы 60% от полной влагоемкости (в абсолютных процентах)		Влажность почвы в момент раскатывания по пластичности		Структурная влагоемкость с учетом минимального набухания почв		Структурная влагоемкость без набухания почв [1]	
			Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт	Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт	Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт	Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт
1	B	Слабо выщелоченный чернозем . .	27	32	26	25	32	30	29	26
2	„	Средне выщелоченный чернозем . .	25	28	25	25	31	29	21	24
3	„	Сильно выщелоченный чернозем . .	28	36	24	25	30	32	29	20
4	„	Слабо оподзоленная почва	23	29	21	20	25	28	24	22
5	„	Средне оподзоленная почва	16	16	10	13	21	15	17	13
6	„	Сильно оподзоленная почва	15	12	6	6	16	15	13	12
7	„	Слабо солончаково - карбонатный чернозем	28	34	26	27	32	35	30	30
8	„	Солончаково-осолоделый чернозем .	23	30	21	27	28	37	18	31
9	„	Средне осолоделый чернозем . . .	29	33	27	27	30	38	27	34
10	„	Сильно осолоделый чернозем . . .	24	28	25	25	28	32	25	29
11	C	Слабо карбонатный чернозем . . .	26	27	30	27	34	32	27	28
12	„	Слабо выщелоченный чернозем . .	28	29	28	29	32	33	31	26
13	„	Средне выщелоченный чернозем . .	26	25	27	27	31	30	23	27
14	„	Сильно выщелоченный чернозем .	—	—	23	25	29	28	19	19
15	E	Слабо карбонатный чернозем . . .	28	32	25	29	31	35	20	19
16	„	Слабо выщелоченный чернозем . .	30	30	29	28	33	32	26	22
17	„	Средне выщелоченный чернозем . .	31	34	27	29	32	34	23	24
18	„	Слабо оподзоленная почва	33	35	26	22	32	38	12	10
19	„	Средне оподзоленная почва	30	33	22	17	29	31	16	16

Как видно из приведенных данных, 60% влажности от полной влагоемкости не всегда совпадают с показателями влажности, полученными на основании определения предела раскатывания почвы по методу Atterberg'a. С другой стороны, показатель содержания влаги, полученный по структурному строению почвы, вносит корректив в пользование методикой определения момента для обработки почв по пластичности. Тем более, что структура почв является величиной довольно динамической, особенно в части ее строения, а показатель раскатывания скорее отражает молекулярное сцепление частиц почвы водой, поэтому он менее динамичен, и если изменяется, то скорее под влиянием физико-химических процессов в почве. Следовательно, по величине разности в показателях влажности в момент раскатывания и структурной влагоемкости можно составить косвенную характеристику степени улучшения или ухудшения структуры. Выходит, что чем выше показатель структурной влагоемкости от предела раскатывания, тем лучше внутреннее строение структуры и, наоборот, чем меньше структурная влагоемкость от предела раскатывания, тем менее благоприятное строение структуры.

[1] Влагоемкость вычислена по пористости из расчета на абсолютно сухую почву.

Примером плохого строения структуры может служить средне выщелоченный чернозем ряда В, а также слабо и средне оподзоленные почвы ряда Е.

Поэтому при использовании показателей раскатывания почв по Atterberg'у для определения лучшего момента крошения почв, особенно в момент предпосевной обработки, необходимо придерживаться следующих указаний.

На почвах с хорошо выраженной структурой и более тяжелым механическим составом обработку необходимо начинать при влажности на 4—6% выше влажности предела раскатывания. На почвах же, где структура выражена слабее, обработку необходимо начинать с того момента, когда влажность почвы на 3—4% выше влажности предела раскатывания.

На оподзоленных почвах с крупно-песчаным и песчано-пылеватым механическим составом обработку следует начинать при влажности, близкой к 60% от полной влагоемкости, а на более легких, малогумусных почвах—в пределах, близких к капиллярной влагоемкости, т. е. при влажности в 65—70% от полной влагоемкости.

При определении момента для обработки на тяжелых по механическому составу оподзоленных почвах следует ориентироваться на такое состояние влажности, когда она будет на 7—8% выше влажности момента раскатывания или же на уровне 60% от полной влагоемкости.

Необходимо иметь в виду, что при определении готовности почв к обработке по их влажности следует ориентироваться на ту глубину, на которую будет производиться обработка, чтобы предупредить излишнее иссушение, так как подсыхание почвы проходит быстрее в верхней части пахотного слоя.

Устанавливаемая придержка в отношении влажности почв для момента обработки относится к моменту закрытия влаги боронованием или шлейфованием. Момент для проведения культивации следует определять по влажности, когда она будет на 2—3% ниже ее уровня при начале обработки, но ни в коем случае не ниже влажности момента раскатывания.

Влажность почвы, отвечающая моменту раскатывания, является тем критерием, ниже которого нельзя допускать иссушения почвы, а тем более в момент проведения сева. На глубине почвы, куда ложатся семена, содержание влаги не должно быть ниже влажности в момент раскатывания.

При весеннем боронований почвы под озимыми посевами, моментом лучшего крошения почвы будет тот, когда влажность почв соответствует влажности предела раскатывания и ни в коем случае не ниже 55—50% от полной влагоемкости. При этом опять-таки необходимо ориентироваться на верхний слой пахотного горизонта, в данном случае, на глубину 5—7 см.

Выводы

1. При определении готовности почв для предпосевной обработки предлагаемым нами методом (по пластичности) закрытие влаги на тяжелых по механическому составу черноземных почвах с хорошо выраженной структурой следует проводить при влажности на 4—6 абсолютных процентов выше влажности предела раскатывания. На почвах же, где структура выражена слабее, обработку необходимо начинать при влажности на 3—4% выше влажности предела крошения.

На оподзоленных почвах с крупно-песчаным и песчано-пылеватым механическим составом обработку можно проводить при влажности, отвечающей нижней границе текучести или капиллярной влажности.

На тяжелых по механическому составу оподзоленных почвах обработку следует начинать при влажности на 7—8 абсолютных процентов

выше влажности в момент раскатывания почв или при 60—62% от полной влагоемкости.

2. При определении готовности почв для предпосевной обработки по оптимальной влажности контроль влаги необходимо производить на ту глубину, на которую будет проводиться предпосевная обработка.

3. Установленная придержка в отношении влажности для начала обработки относится к моменту закрытия влаги боронованием и шлейфованием.

4. Культивацию почвы следует проводить при влажности на 2—3% ниже установленной для закрытия влаги, а там, где момент физической спелости почв более сжат, культивацию необходимо проводить немедленно за боронованием.

5. Влажность почвы, отвечающая моменту раскатывания, является тем критерием, ниже которого нельзя допускать иссушения почвы, а тем более в момент проведения сева.

6. Влажность почвы на глубине, куда ложатся семена при посеве, не должна быть ниже влажности, отвечающей пределу раскатывания.

7. При весеннем бороновании почвы под озимыми посевами следует также придерживаться влажности почв, отвечающей лучшему моменту крошения, и ни в коем случае не ниже 55—50% от полной влагоемкости. Притом, опять-таки необходимо ориентироваться на влажность верхнего слоя пахотного горизонта, в данном случае, на глубину 5—7 см.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акад. В. Р. Вильямс. Почвоведение, Земледелие с основами почвоведения. Сельхозгиз. 1938.
2. В. Р. Вильямс. Прочность и связность структуры почв. „Почвоведение" № 5/6, 1935.
3. Fippin. Some causes of soil granulation, proi. Amer. Jol. Agron., V. 2. 1910.
4. J. A. Scipher. The mech nical manipulation of soil as it affects strücture. Agricul. Engineer. III, 1932.
5. М. А. Антонова. К изучению пластичности почв. „Почвоведение" № 1—2, 1924.
6. Виленский и Германова. Спыг экспериментального исследования вопросов структурообразования. „Почвоведение" № 1, 1934.
7. Atterberg A. (Kalmar). Die Plastizität der Tohe—intern. Mitt. für Bodenkunde, 1911, 1, J. 20.
8. И. И. Канивец и Н. П. Корнеева. Особенности созревания почвы в зависимости от экспозиции и сроков предпосевной обработки. „Н. З. ВНИС" № 3, 1936.
9. А. Г. Радченко. Агрофизические свойства почв районов свеклосеяния УССР. Доклад на первой конференции молодых ученых Украины, 1936 (рукопись).
10. Краузе. Обработка почв как фактор повышения урожайности. КОГИЗ, 1933.
11. А. А. Ярилов. Спелость почвы. Т.О.А., 1915, т. XVI,
12. Г. А. Маландин. Социалистическому земледелию диференцированную агротехнику на почвенной основе. „Почвоведение" № 5, 1934.
13. И. И. Канивец. О времени сева сахарной свеклы и спелости пашни. „Основные выводы научно-исследовательских работ ВНИС за 1936 г.". 1937.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

Ф. Л. ИВАНЧЕНКО

ВЕСЕННЯЯ ОБРАБОТКА ПОЧВЫ ПОД СВЕКЛУ

Дружные, полные и здоровые всходы свеклы являются залогом хорошего урожая. Получение дружных и хороших всходов свеклы зависит от качества предпосевной обработки почвы.

Задача предпосевной обработки почвы—создать наилучшие условия для развития всходов свеклы. Условия эти достигаются хорошей разделкой почвы, взрыхленный слой которой должен состоять из мелкокомковатых (от 5 до 0,5 мм) и комковатых (10—5 мм) структурных отдельностей. При таком состоянии взрыхленного слоя семена и появляющиеся всходы свеклы обеспечиваются в достаточном количестве теплом, влагой и воздухом.

Кроме того, мелкокомковатое состояние взрыхленного слоя почвы обеспечивает равномерную глубину заделки семян при посеве и прикрытие их хорошо измельченным влажным слоем почвы, сквозь который беспрепятственно проникают молодые и нежные всходы свеклы.

О значении качества предпосевной обработки почвы для получения всходов свеклы говорит пример Воронежской области. Так, почти по всей Воронежской области в 1936 г. были плохие и сильно изреженные всходы свеклы. На многих полях они совсем отсутствовали.

Отсутствие всходов свеклы многие агрономы и хозяйственники объясняли исключительно засухой.

Проведенное агрономом И. Т. Королевым и мной обследование ряда полей[1] показало, что отсутствие всходов свеклы объясняется не засухой, а неправильной обработкой. Установлено, что всходы свеклы были сильно изрежены или совсем отсутствовали на полях с грубой разделкой почвы, взрыхленный слой которой состоял из обломков глыб и крупных комков. В такую почву был произведен посев свеклы в колхозах им. Кирова и им. Молотова, Шульгинского района, и в Васильевском отделении свеклосовхоза им. Петровского, Добринского района.

Взрыхленный слой почвы (0—5 см) на этих полях содержал 40—50% глыб и крупных комков (20 мм) и всего лишь 15—20% мелкокомковатых частиц (5—0,5 мм), в то время как на полях с хорошими всходами процент мелкокомковатых частиц во взрыхленном слое равнялся 60—70, а содержание глыб и крупных комков составляло 1—5%.

С возрастанием содержания глыб и крупных комков во взрыхленном слое физическое состояние почвы ухудшается. Между комками и глыбами образуются большие щели, по которым происходит усиленная циркуляция воздуха. При этом почти полностью отсутствует капиллярная связь верхних слоев почвы с нижними.

В сухую и жаркую погоду и при большом ветре циркуляция воздуха по щелям происходит настолько интенсивно, что через день-два после посева слой почвы, в котором находятся высеянные семена, оказывается совершенно иссушенным.

[1] И. Т. Королев, Посев сахарной свеклы, Воронеж, 1938.

При мелкокомковатом строении взрыхленного слоя почвы воздушные поры между структурными отдельностями настолько уменьшены, что движение воздуха в них не имеет характера конвекционных токов и завихрений и в то же время не настолько уменьшены, чтобы обладать капиллярными свойствами. При таком строении взрыхленный слой почвы не только защищает нижележащие слои почвы от высыхания, но и сам чрезвычайно медленно просыхает, оставаясь долгое время увлажненным.

Проведенное обследование показало, что хорошая разделка почвы с благоприятным физическим состоянием ее позволяет получить полные всходы свеклы даже в такую засушливую весну, какая была в 1936 г. в Воронежской области.

Далеко неправы были те агрономы и хозяйственники, которые утверждали, что причиной неполучения всходов является засуха. Стоило только раздвинуть комки почвы, даже почти спустя месяц после посева (24 мая), как под ними оказалась хорошо увлажненная почва, содержавшая 27—30% влаги. Таким образом, влаги в почве было достаточно, но поверхностные слои почвы вследствие неправильной предпосевной обработки оказались иссушенными. Хорошая разделка почвы даже и на 4 июня сохранила в горизонте заделки семян количество влаги достаточное для прорастания семян (23—26%), в то время как при плохой разделке почвы влажность колебалась в пределах 7—12%.

Многолетние данные о влажности почвы на опытном поле совхоза им. Сталина показывают, что хорошая разделка почвы во все годы позволяла сохранять высокую влажность почвы всего пахотного слоя, а также и поверхностных горизонтов на протяжении всего периода прорастания семян и появления всходов.

Возникает вопрос—на каком же уровне нужно поддерживать влажность почвы в горизонте заделки семян и при какой минимальной влажности свекловичные семена способны к прорастанию?

Автором был проведен в 1936 г. следующий опыт. Свекловичные семена высевались в сосуды с почвой разной влажности, которая поддерживалась на одном уровне в период прорастания семян. Влажность почвы по отдельным сосудам была следующая: 15%, 19%, 22,5%, 26% и 30%, что соответствовало двойной, двойной с половиной, тройной, тройной с половиной и четверной гигроскопической влажности почвы.

В каждый сосуд на глубину 3,5 см высевалось по 50 отобранных крупных клубочков семян. Посев производился 23 июня. Среднесуточная температура воздуха во время прорастания семян колебалась в пределах 22—25°. Результаты опыта представлены в таблице 1.

Таблица 1

Время появления всходов и количество проросших ростков в сосудах

Влажность почвы в процентах	Кратность к гигроскопической влажности	Время посева	Время появления всходов	Количество проросших ростков	Процент всхожести семян
30,0	4	23/VI	29/VI	100	200
26,0	3,5	23/VI	29/VI	78	156
22,5	3	23/VI	29/VI	53	106
19,0	2,5	23/VI	6/VII	16	32
15,0	2	23/VI	Всходы не получены	—	—

Из таблицы видно, что с уменьшением влажности почвы до тройной гигроскопической пропорционально уменьшается процент всхожести семян. С понижением влажности ниже тройной гигроскопической всхожесть семян резко уменьшается, а при влажности, равной двойной гигроскопической, семена не прорастают.

Самые здоровые всходы были при влажности почвы в 30—26%, немного слабее—при 22,5% и совсем слабые, утонченные—при 19%; эти последние быстро начали увядать и уже на четвертый день погибли.

Проведенный опыт в достаточной степени помог ответить на массовые запросы агрономов в 1936 г. о причинах гибели всходов при отсутствии вредителей.

Можно с уверенностью сказать, что причиной гибели всходов явилось то, что во время их появления влажность почвы в поверхностных горизонтах была низкая, с незначительным процентом влаги, доступной для свекловичных корешков. При наличии высокой температуры воздуха получился разрыв между поступлением влаги в растения и испарением ее растениями.

22 октября опыт со всхожестью семян был повторен. Средне-суточная температура воздуха была значительно понижена, по сравнению с первым опытом; колебалась она в пределах от 14 до 16°. Первые всходы появились в сосудах с влажностью почвы в 30 и 26%—на 11-й день, при влажности 22,5%—на 13-й день и при влажности 19%—на 20-й день. Как в первом, так и во втором опытах семена не проросли при влажности почвы 15%. При влажности почвы в 19% всходы не засыхали, как это было в первом опыте, в то же время они почти не развивались, имели угнетенный, болезненный вид. Объясняется это отсутствием усиленного испарения влаги растениями.

На основании имеющихся в совхозе данных, можно притти к выводу, что решающее значение в деле получения всходов свеклы имеет физическое состояние взрыхленного слоя почвы при предпосевной обработке.

Свекловичные растения развиваются хорошо только при благоприятном физическом состоянии почвы, когда растения обеспечиваются в достаточном количестве теплом, влагой и питательными веществами.

Благоприятные физические свойства почвы бывают лишь в почвах, состоящих, в основном, из мелкокомковатых и комковатых структурных отдельностей. Поэтому задача предпосевной обработки почвы заключается в разделке ее до мелкокомковатого, но не распыленного состояния.

Решающее значение в обеспечении высокого качества предпосевной обработки имеет влажность почвы во время обработки. Известно, что механическое воздействие орудий на почву при разной влажности ее—различно. Технологические свойства почвы изменяются с изменением ее влажности. При большом содержании влаги почва приобретает свойства текучего тела, при другом содержании влажности она хорошо лепится, крошится и т. д.

Исследования Вольни, Вильямса и других ученых показали, что обрабатывать нужно только спелую почву, когда она содержит влаги около 60% от полной влагоемкости.

Опыты Д. Г. Виленского и В. Н. Германовой показали, что водоустойчивость и механическая прочность структуры в воздушно-сухом состоянии зависит от влажности почвы в момент обработки. Ими установлено, что для чернозема наибольший выход агрегатов получился при влажности 32—39%. При предпосевной подготовке почвы необходимо уловить такое ее состояние в отношении влажности, при котором она обладает способностью наиболее равномерно крошиться по естественным граням на структурные отдельности, отнюдь не распыляясь.

Часто приходится видеть, что в местах с даже ничтожным понижением рельефа разделка почвы значительно отличается от разделки на расположенных рядом повышенных местах. Так, в 1936 г. во многих колхозах и совхозах понижения были покрыты груборазделанным слоем почвы, в то время как на повышенных местах почва была хорошо разделана. Объясняется это не столько характером почвообразования, сколько разной влажностью почвы в период предпосевной обработки.

Наиболее благоприятное для обработки состояние почвы определяется

не только ее влажностью, но и определенным соотношением между влажностью и воздухоемкостью почвы.

А. Г. Радченко (ВНИС) определяет наилучшее время для обработки почвы по пределу крошения, определяемому по методу Atterberg'a.

Кроме установления момента оптимального для обработки состояния почвы, качество предпосевной обработки зависит от подбора и сочетания орудий на обработке.

В н.-и. совхозе им. Сталина на протяжении ряда лет изучались различные приемы весенней предпосевной обработки почвы. Почва совхоза—среднемощный чернозем, с преобладанием, в основном, слабо выщелоченного элемента в сочетании с средне выщелоченным. По своему механическому составу почва относится к пылевато-иловатой группе.

Предпосевная обработка почвы, как и обычно, сводилась к двум основным операциям: башковке, т. е. раннему рыхлению осенью вспаханной пашни, и культивации, производимой непосредственно перед посевом.

Пашня, вышедшая из под снега, имеет неровную, ребристую поверхность, покрытую, зачастую, глыбами и крупными комками. Подсыхание, а вместе с тем и вызревание такой пашни идет неравномерно. Неравномерность вызревания пашни зависит от того, что все точки поверхности находятся в неравных условиях. Повышенные места—гребни, глыбы и комки гораздо интенсивнее просыхают, чем пониженные места, а отсюда и физическая спелость почвы в гребнях наступает значительно раньше, чем в пониженных местах. Кроме того, вызревание всего обрабатываемого при предпосевной обработке слоя, даже и при совершенно ровной поверхности, также идет неравномерно. В поверхностных горизонтах (0—5 см) физическая спелость наступает значительно раньше, чем в нижележащем. Отсюда и задача раннего рыхления (башковки) заключается в разделке поверхностных горизонтов почвы, в которых физическая спелость уже наступила, и в создании одинаковых условий для равномерного вызревания почвы нижележащего горизонта, путем выравнивания ее поверхности.

Во всех опытах раннего рыхления, производимых в совхозе, изучались приемы рыхления: 1) шлейфом типа ДН и бороной в один след и 2) бороной в два следа. Опытами установлено, что наилучшая разделка поверхностных горизонтов почвы в совхозе получается при влажности 36—38%.

В опыте 1937 г. раннее рыхление поверхности почвы производилось при следующей влажности поверхностных горизонтов: 41,4%, 33,3% и 30,5%. Постановкой опыта преследовалась цель изучения воздействия шлейфов и бороны на почву при разной ее влажности.

Опыт был заложен на пару, вспаханном с осени на глубину 25—28 см. Повторность опыта двукратная. Каждый участок был разделен поперек на две части; на одной из них рыхление производилось шлейфом и бороной в один след, на другой—боронами в два следа. Рыхление как шлейфом, так и бороной производилось одновременно.

Климатические условия весеннего периода от начала предпосевной обработки почвы и до начала шаровки и прорывки свеклы характеризовались показателями, приведенными в таблице 2.

Из этой таблицы видно, что температура воздуха за вторую, третью и четвертую пятидневки апреля была низкая. С пятой пятидневки апреля и до второй пятидневки мая температура воздуха была достаточно высокая. Во вторую пятидневку мая наступило резкое похолодание, которое длилось до конца пятидневки.

Относительная влажность воздуха была невысокой. Особенно сильное понижение ее наблюдалось к средине дня, когда она нередко опускалась ниже 20%.

Весна характеризовалась сильно дующими ветрами. Скорость ветра в средине дня усиливалась, а к концу дня снова ослаблялась.

Преобладающие направления ветров—юговосточные суховеи, вслед-

Таблица 2

Температура, относительная влажность воздуха, скорость ветра и осадки

Месяцы	Пятидневки	Температура воздуха (в градусах)							Относительная влажность воздуха (в процентах)					Скорость ветра (в метрах в секунду)					Осадки (в миллиметрах)	
		Часы наблюдений				Среднесуточная	Максимальная	Минимальная	Часы наблюдений				Среднесуточная	Часы наблюдений				Среднесуточная	Сумма	Плотность
		1	7	13	19				1	7	13	19		1	7	13	19			
Апрель	1	—0,4	—0,5	3,3	1,4	0,9	4,7	—1,6	84	85	63	75	77	4	7	9	6	7	0,3	0,3
„	2	0,3	1,0	7,2	4,3	3,2	8,3	—0,7	88	86	45	72	73	2	3	3	2	3	0,3	0,3
„	3	1,4	2,5	10,2	6,2	5,8	11,0	0,3	88	82	42	70	71	3	4	5	3	4	0,3	0,3
„	4	2,8	5,2	14,3	10,8	8,3	15,7	0,7	65	60	28	40	48	5	7	11	5	7	0,0	0,0
„	5	10,0	10,0	20,2	17,4	14,4	22,2	6,9	51	53	39	37	45	7	9	10	7	8	0,3	0,3
„	6	8,9	10,9	18,5	14,5	13,2	20,5	6,8	79	81	52	70	71	2	4	4	2	3	2,7	0,6
Май	1	8,6	9,8	13,2	11,4	11,0	14,9	6,4	78	73	42	48	60	6	6	8	4	6	3,8	3,8
„	2	2,1	4,8	9,2	9,2	6,3	12,3	0,5	68	66	48	52	59	2	4	6	3	4	3,2	1,6
„	3	8,3	12,9	20,4	17,3	14,7	21,6	6,3	73	63	35	61	56	2	3	5	2	3	0,0	0,0
„	4	13,3	16,0	23,7	19,3	18,8	24,8	10,4	77	68	39	61	61	2	3	3	3	3	8,8	4,4
„	5	10,9	12,8	17,9	16,5	14,5	20,0	8,8	88	78	52	61	70	2	4	6	5	4	0,7	0,35
„	6	8,4	11,6	16,6	15,5	13,0	20,0	6,6	70	63	37	42	53	3	5	6	5	5	0,0	0,0

ствие чего резко понижается относительная влажность воздуха и чрезвычайно быстро просыхает почва, в особенности поверхностные взрыхленные горизонты. В этих условиях посев должен производиться сразу вслед за предпосевной обработкой, так как бывают дни, когда трех-четырехчасовый разрыв между предпосевной обработкой и посевом может привести к тому, что семена при высеве попадут уже в недостаточно увлажненный слой почвы.

Дожди выпадали очень редко, к тому же настолько малой плотности, что совершенно не изменяли общего запаса влаги в почве.

Данные о состоянии почвы в момент начальной обработки, проводимой в разные сроки, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Влажность почвы в момент шлейфования—боронования, проводимого в разные сроки

Срок шлейфования—боронования	Площадь посеревших гребней в процентах к общей поверхности почвы	Дата обработки поверхностного слоя почвы в один след: шлейфами (1 участок) и боронами (2 участок)	Дата обработки поверхностного слоя почвы на обоих участках (зашлейфованного и забороно-ванного) вторым следом бороны	Влажность почвы (в процентах) в момент начальной обработки поверхностного слоя почвы			
				горизонты			
				0—5 см	5—10 см	10—20 см	20—30 см
Ранний . .	15	8/IV	9/IV	41,4	44,5	43,8	47,3
Средний .	40—50	10/IV	13/IV	38,3	41,0	42,4	—
Поздний . .	100	18/IV	19/IV	30,5	37,7	37,6	—

Как при раннем сроке обработки, так и при среднем после прохода шлейфа почва была совершенно выравнена. Комки и глыбы, покрывавшие поверхность, были совершенно разделаны.

При раннем сроке обработки основания срезанных гребней после прохода шлейфа были приглажены и лишены взрыхленного слоя. Разрыхленная почва находилась на дне заравненных борозд, да и то слоем в среднем 6—10 мм. При среднем сроке обработки поверхность почвы после прохода шлейфа была покрыта разрыхленным слоем около 15—20 мм, основания срезанных гребней также были покрыты слоем измельченной почвы в 5—10 мм.

После прохода бороны, без шлейфа, как при раннем сроке обработки, так и при среднем, поверхность почвы была недостаточно выравнена, покрыта глыбами и крупными комками. Объясняется это тем, что при проходе борона недостаточно разделывает глыбы, покрывающие поверхность и, кроме того, зубья бороны, погружаясь глубоко в почву, захватывают нижние горизонты, в которых спелость почвы еще не наступила. Вывороченные зубьями бороны на поверхность почвы увлажненные глыбы остаются в неразделанном виде и, подвергаясь быстрому воздействию солнечных лучей и ветра, иссушаются, после чего уже с большим трудом поддаются дальнейшему измельчению.

Так, в 1936 г. после посева на участках, не подвергавшихся шлейфованию, а заборонованных в два следа, площадь, занятая глыбами и крупными комками составляла 35,82% от общей площади, в том числе занятая глыбами и комками размером больше 150 куб. см—4% и от 150 до 8 куб. см—31,82%.

Поверхность почвы, обработанная шлейфом ДН и бороной в один след (раздельно) была покрыта мелкими комками, с ничтожным содержанием крупных комков (размером до 50 куб. см). На участке, где рыхление производилось в поздний срок, поверхность почвы после прохода шлейфа и бороны была покрыта большими глыбами и комками, которые в незначительном количестве размельчались при повторном проходе бороны в один след.

Данные о глыбистости поверхности почвы после рыхлений приводятся в таблице 4.

Таблица 4

Степень разделки почвы в зависимости от орудий и сроков обработки при предпосевной обработке

Сроки рыхления	Орудия рыхления	Площадь занимаемая глыбами (в процентах)				Вес глыб (в кг на 1 кв. метр)			
		Размер глыб в куб. сантиметрах							
		>150	150—50	50—8	150—8	>150	150—50	50—8	150—8
Ранний . .	Борона в один след	7,78	9,01	31,76	48,55	2,091	2,971	6,624	11,688
Средний . .	„ „ „	2,65	4,87	31,87	39,39	0,459	1,562	5,891	7,912
Ранний . .	Борона в два следа	2,30	6,33	27,35	35,98	0,921	2,010	5,844	8,775
„ . .	Шлейф + борона	0,0	0,0	9,23	9,23	0,0	0,0	1,522	1,522
Средний . .	Борона в два следа	1,65	5,22	32,98	39,85	0,648	1,460	6,443	8,551
„ . .	Шлейф + борона	0,0	0,0	8,89	8,89	0,0	0 0	1,408	1,408
Поздний .	Борона в два следа	3,68	7,46	51,30	62,44	1,456	1,938	10,532	13,926
„ . .	Шлейф + борона	1,21	6,17	28,45	35,83	0,520	1,230	5,330	7,970

Таким образом, степень разделки почвы при предпосевной обработке в значительной мере зависит не только от влажности почвы во время обработки, но и подбора орудий. Так, шлейф типа ДН в один след и борона в один след дают более совершенную разделку почвы, чем борона в два следа. Это подтверждается и данными структурного анализа, приведенными в таблице 5.

Таблица 5

Количество фракций (в процентах)

Сроки раннего рыхления	Орудия раннего рыхления	Горизонт	Процент фракций					
			>20	20—10	10—5	5—1	1—0,5	<0,5
Средний	Борона в один след	0—5	41,61	12,61	11,10	29,81	4,10	0,68
„	Шлейф в один след	„	18,84	12,26	13,65	51,94	3,06	0,35
Поздний	Борона в один след	„	45,90	8,05	8,95	23,15	8,23	5,43
„	Шлейф в один след	„	23,51	10,79	11,86	35,24	11,60	7,00
Ранний	Борона в два следа	„	34,76	9,40	11,13	31,70	9,12	3,89
„	Шлейф в один след + борона в один след	„	14,57	11,95	13,32	42,68	12,20	5,28
Средний	Борона в два следа	„	29,76	11,20	11,75	34,84	9,85	2,60
„	Шлейф в один след + борона в один след	„	7,65	10,27	14,08	57,26	8,73	2,00
Поздний	Борона в два следа	„	29,29	10,47	11,44	31,52	10,23	7,10
„	Шлейф в один след + борона в два следа	„	10,81	9,34	12,17	42,28	16,60	8,80

Из таблиц 3 и 5 видно, что лучшая разделка почвы как по шлейфу, так и по бороне получалась при влажности почвы во время обработки в 38%; всякое же отклонение в сторону увеличения или уменьшения влажности ведет к ухудшению качества разделки.

Обработка шлейфом при оптимальной влажности не ведет к распылению почвы. С уменьшением влажности почвы распыляющее действие шлейфа возрастает.

Влияние прохода шлейфа и бороны на плотность почвы видно из данных объемного веса и общей скважности, приводимых в таблице 6.

Таблица 6

Объемный вес почвы, скважность и аэрация при однократной обработке

Сроки раннего рыхления	Горизонт	Борона в один след			Шлейф в один след		
		Вес абсолютно сухой почвы в 100 куб. см	Общая скважность	Аэрация	Вес абсолютно сухой почвы в 100 куб. см	Общая скважность	Аэрация
Ранний	0,5 см	69,44	72,22	44,50	83,18	66,73	33,95
„	5—10 „	92,59	62,97	24,98	96,04	61,58	22,93
Средний	0,5 см	69,89	72,04	45,90	76,43	69,43	40,76
„	5—10 „	86,42	65,43	30,47	92,26	63,10	25,68

Примечание. До обработки общая скважность на схеме была: в горизонте 0—5 см—68,6%; в горизонте 5—10 см—66,3%.

Шлейф дает большее чем борона уплотнение почвы как в поверхностных горизонтах (0—5 см), так и в нижележащих. Разница в плотности почвы по шлейфу и бороне, при среднем сроке обработки, значительно уменьшается за счет меньшего уплотнения почвы шлейфом.

Нижние слои почвы после прохода бороны также уплотняются, но в значительно меньшей степени, чем после прохода шлейфа.

После повторной обработки бороной в один след разница в плотности почвы на участках, обработанных шлейфом плюс борона в один след и бороной в два следа, значительно уменьшается. Разница же в воздействии орудий на почву в зависимости от сроков обработки (т. е. влажности почвы) сохраняется (табл. 7).

Таблица 7

Объемный вес почвы, скважность и аэрация при двукратной обработке

Сроки раннего рыхления	Горизонт	Борона в два следа			Шлейф и борона в один след		
		Вес абсолютно сухой почвы в 100 куб. см	Общая скважность	Аэрация	Вес абсолютно сухой почвы в 100 куб. см	Общая скважность	Аэрация
Ранний	0—5 см	70,55	71,78	48,19	73,49	70,60	43,38
„	5—10 „	90,12	63,95	25,42	92,39	63,04	24,30
Средний	0—5 „	78,12	68,75	46,23	80,55	67,78	45,47
„	5—10 „	89,69	64,76	29,65	86,71	65,32	33,31
Поздний	0—5 „	79,92	68,03	53,09	95,06	61,98	52,97
„	5—10 „	93,16	62,74	31,54	91,54	63,38	34,38

Пониженная скважность участка с поздним сроком рыхления объясняется распылением почвы.

Данные агрегатного анализа (табл. 8) указывают, что, содержание водоустойчивых агрегатов зависит как от влажности почвы в период обработки, так и от характера воздействия орудий на почву.

Таблица 8

Содержание водоустойчивых агрегатов (в процентах)

Сроки рыхления	Орудия рыхления	Горизонт	Процент агрегатов					
			7 мм	7—5 мм	5—3 мм	3—2 мм	2—1 мм	1—0,5 мм
Ранний	Борона в два следа	0—5 см	0,0	0,23	0,44	2,74	25,24	6,19
„	Шлейф и борона	0—5 „	0,56	1,24	3,49	14,16	27,80	4,19
Средний	Борона в два следа	0—5 „	0,0	0,18	1,24	9,23	23,28	6,25
„	Шлейф и борона	0—5 „	1,35	2,75	7,69	24,42	28,52	2,71
Поздний	Борона в два следа	0—5 „	0,0	0,0	0,41	1,81	23,73	5,21
„	Шлейф и борона	0—5 „	0,0	0,0	0,79	3,79	31,96	5,74

Наиболее высокое содержание агрегатов дает обработка почвы при 38% влажности, меньше—при 41% и значительно меньше—при 30,5%.

Обработка шлейфом дает значительно большее содержание агрегатов, чем обработка бороной.

Таким образом, уплотняющее действие шлейфа на почву не является отрицательным показателем его работы. Что давление может играть роль фактора образования структурных агрегатов почвы, указывают Эренберг, Гедройц, А. И. Тюлин, Скляр, Виленский и Германова.

Работа Канивца и Корнеевой (проведенная на черноземе) показала, что механическое воздействие (т. е. уплотнение) колес трактора на почву не влекло за собой уменьшения количества агрегатов, а наоборот, увеличивало их количество.

Как и следовало ожидать, при грубой разделке почвы бороной в два следа иссушение поверхностных горизонтов идет значительно интенсивнее, чем при обработке шлейфом и бороной в один след (табл. 9).

Таблица 9

Влажность почвы на участке раннего срока обработки на третий день после рыхления

Горизонт	Борона в два следа	Шлейф + борона	На невзрыхленном участке
0—5 см	33,31	37,80	38,32
5—10 „	41,37	43,45	40,99
10—20 „	41,98	43,12	42,36

В силу высокой капиллярности поверхностного горизонта на невзрыхленном участке, испарение влажности там значительно интенсивнее, чем на взрыхленных.

О степени интенсивности иссушения поверхностных горизонтов почвы при обработке шлейфом с бороной в один след и бороной в два следа дают данные за 12 и 14 апреля (табл. 10).

Таблица 10

Влажность почвы в поверхностных горизонтах при ранней обработке шлейфом с бороной в один след и бороной в два следа

Горизонт	12 апреля		14 апреля	
	Борона в два следа	Шлейф + борона	Борона в два следа	Шлейф + борона
0— 2 см	17,83	24,03	14,51	20,30
2— 5 „	34,88	36,44	32,67	38,50
5—10 „	39,59	39,82	38,15	41,50

Данные таблицы 11 отражают состояние влажности почвы за 16 и 19 апреля в зависимости от орудий и сроков раннего рыхления. По орудиям зависимость сохраняется та же.

Обработка почвы шлейфом ДН и бороной в один след обусловливает в поверхностных горизонтах более повышенное содержание влаги, чем обработка бороной в два следа. В более пониженных горизонтах зависимость эта не сохраняется в связи с тем, что даже и на 19 апреля почва растаяла всего на 47—50 см. Рыхление в поздний срок ведет к значительному иссушению поверхностных слоев почвы.

Таблица 11

Влажность почвы в зависимости от орудий и сроков раннего рыхления

Горизонт	16 апреля				
	Ранний срок обработки		Средний срок обработки		На невзрыхленном участке
	Борона в два следа	Шлейф + борона	Борона в два следа	Шлейф + борона	
0— 2 см	11,30	18,36	9,60	19,11	10,22
2— 5 „	30,33	39,07	31,89	37,66	31,60
5—10 „	39,77	41,19	40,43	38,98	37,48
10—20 „	42,66	41,40	41,05	39,86	41,34

(Продолжение табл. 11)

Горизонт	19 апреля					
	Ранний срок обработки		Средний срок обработки		Поздний срок обработки	
	Борона в два следа	Шлейф + борона	Борона в два следа	Шлейф + борона	Борона в два следа	Шлейф + борона
0— 2 см	6,00	12,51	6,67	10,88	5,82	8,56
2— 5 „	23,77	35,69	24,05	35,16	25,35	25,52
5—10 „	39,63	37,81	40,0	38,65	34,52	36,43
10—20 „	37,32	36,39	38,57	37,14	36,16	37,89
20—30 „	36,75	36,54	38,64	36,11	37,35	37,67
30—40 „	33,40	32,49	36,77	32,68	33,0	33,52
40—50 „	29,30	30,97	30,77	29,66	29,88	30,78

Влияние сроков обработки и различного сочетания шлейфов и борон на содержание воднорастворимой фосфорной кислоты в почве видно из данных таблицы 12.

Таблица 12

Содержание воднорастворимой фосфорной кислоты в почве, обработанной при разном сочетании шлейфов и борон в разные сроки (определения производились в апреле и мае 1937 г.)

Дата определения	Горизонты (в сантиметрах)	Содержание P_2O_5 (в миллиграммах на 1 кг сухой почвы)			
		Ранний срок обработки (8—9/IV)		Поздний срок обработки (18—19/IV)	
		Шлейф в один след + борона в один след	Борона в один след + борона в один след	Шлейф в один след + борона в один след	Борона в один след + борона в один след
15/IV	0—5	3,53	2,88	—	—
	5—10	4,39	4,05	—	—
	10—20	6,13	3,90	—	—
18/IV	0—5	7,14	6,14	—	—
	5—10	13,64	10,45	—	—
	10—20	15,0	7,97	—	—
20/IV	0—5	6,71	2,30	7,78	2,76
	5—10	13,98	8,17	8,54	8,7
	10—20	9,59	8,58	11,55	9,21
27/IV	0—5	—	4,23	3,36	2,74
	5—10	4,42	2,94	7,85	2,62
	10—20	5,84	1,71	2,15	2,25
29/IV	0—5	4,07	3,55	1,57	3,17
	5—10	3,70	3,36	1,49	4,32
	10—20	8,25	4,18	3,53	3,07
10/V	0—5	1,28	1,23	1,17	0,65
	5—10	2,33	4,68	2,51	0,70
	10—20	9,53	2,47	2,20	1,85
13/V	0—5	1,60	1,25	1,64	1,02
	5—10	4,48	0,85	2,37	1,33
	10—20	4,75	3,85	5,44	1,60

Культивация на участках с разными сроками рыхления проводилась одновременно—21 апреля—с применением агрегатов следующего состава:

1. Лапчатый культиватор ТК 17 (з-д Ростсельмаша) + борона + боронка.
2. Пружинный культиватор ТК 25 + борона + боронка.
3. Многолемешник (без отвалов) + борона + боронка.
4. Дисковая борона + боронка.
5. Рычажная борона + боронка.
6. Лапчатый культиватор ТК 17 + борона в два следа + боронка.
7. Лапчатый культиватор ТК 17 + каток + борона + боронка.
8. Дисковая борона + борона + боронка.
9. Рычажная борона + боронка в два следа.

Такое комбинирование орудий позволяет изучать их воздействие на почву при предпосевной обработке, а также и влияние дополнительной обработки (бороны, боронки, катки) на распыление почвы.

Прежде чем перейти к оценке механического воздействия орудий на почву, остановимся вкратце на работе каждого орудия в отдельности.

Необходимо отметить, что применяемые на культивации орудия имеют существенные недостатки.

Главным недостатком применяемых орудий является то, что они или не обеспечивают достаточного крошения почвы или дают сильное перемешивание почвы, ведущее к иссушению обрабатываемого слоя.

Так, например, лапчатый культиватор в недостаточной степени справляется с крошением почвы, особенно на глыбистой или уплотненной пашне. Встречающиеся на пути лап глыбы в пахотном слое выворачиваются ими на поверхность почвы. В силу этого поверхность почвы, после обработки лапчатым культиватором, в значительной мере покрыта комками и глыбами.

Пружинный культиватор также не дает достаточного крошения почвы: вследствие пружинистости лап на поверхность почвы выворачиваются крупные комки и глыбы. Подошва разделки почвы получается неровная.

Значительно лучшую разделку почвы дает многолемешник. Он с успехом может дать желательную глубину рыхления. Основным недостатком работы многолемешника является то, что он переворачивает почву. Кроме того, при его применении недостаточно разделываются выворачиваемые на поверхность почвы комки и глыбы.

Дисковая борона дает лучшую разделку почвы по сравнению с перечисленными орудиями. Недостатком ее работы является то, что она дает сильное перемешивание почвы и не может применяться на полях, засоренных пыреем.

На окультуренных почвах (очищенных от сорняков) наиболее совершенную разделку почвы дает рычажная борона.

Рычажная борона выгодно отличается от перечисленных орудий тем, что она устраняет вредное перемешивание почвы и хорошо измельчает глыбы и комки. Однако, на уплотненных почвах рычажная борона не может обеспечить необходимой глубины разделки почвы.

Из изложенного вовсе не следует, что обработка культиватором и многолемешником не может дать хорошей разделки почвы. Своевременное шлейфование и боронование, а затем своевременная обработка культиватором ТК 17 или многолемешником дает вполне удовлетворительное влажное и хорошо разделанное ложе для семян.

Изложенная характеристика орудий подтверждается и данными структурного анализа, проведенного вслед за предпосевной обработкой (табл. 13).

Таблица 13

Механическое воздействие орудий предпосевной обработки на почву

(определения производились 20 апреля 1937 г.)

Сроки раннего рыхления	Орудия раннего рыхления	Орудия предпосевной обработки	Горизонт в сантиметрах	Количество фракций (в процентах)					
				> 20	20—10	10—5	5—1	1—0,5	< 0,5
Ранний	Шлейф + борона в один след	ТК 17 + борона + + боронка	0—5	22,24	12,22	12,37	37,81	9,76	56,2
			5—10	24,13	16,08	15,56	37,06	5,36	1,81
»	»	Рычажная борона + боронка	0—5	12,19	11,18	15,77	48,66	8,76	3,44
			5—10	15,74	13,81	14,76	48,46	6,31	0,92
»	»	Дисковая борона + боронка	0—5	22,33	11,29	13,86	38,27	10,21	4,05
			5—10	16,67	13,81	16,15	42,98	8,28	2,09
»	»	ТК 25 + борона + боронка	0—5	33,16	9,79	11,93	34,92	8,19	2,01
			5—10	20,62	16,72	14,85	41,52	5,46	0,83
»	»	Многолемешник + + борона + боронка	0—5	22,07	10,90	12,73	44,09	7,93	2,28
			5—10	14,05	14,38	16,89	50,39	3,90	0,29
»	Борона в два следа	ТК 17 + борона + боронка	0—5	36,85	10,36	10,73	26,36	10,30	5,17
			5—10	27,14	14,38	14,80	35,40	5,84	2,44
»	»	Рычажная борона + боронка	0—5	19,45	12,88	13,65	41,55	9,04	3,43
			5—10	6,72	13,82	16,70	55,32	6,56	0,88
»	»	Дисковая борона + боронка	0—5	25,21	10,37	13,31	36,71	9,64	4,76
			5—10	25,88	12,16	14,22	37,59	7,88	2,27
»	»	ТК 25 + борона + боронка	0—5	16,11	13,21	12,88	39,82	13,02	4,96
			5—10	9,80	13,89	15,70	55,57	4,65	0,39
»	»	Многолемешник + + борона + боронка	0—5	34,30	8,12	10,47	35,93	8,86	2,32
			5—10	9,21	14,44	18,46	54,90	2,98	0,21
Поздний	Шлейф + борона	ТК 17 + борона + боронка	0—5	23,60	9,91	13,69	34,48	9,37	8,95
			5—10	16,66	14,51	17,72	40,37	8,45	2,29
»	»	Рычажная борона + боронка	0—5	11,89	12,01	13,19	41,65	14,76	5,50
			5—10	11,15	13,44	17,90	47,30	8,69	1,52
»	»	Дисковая борона + боронка	0—5	13,43	11,18	14,25	41,91	12,71	6,52
			5—10	15,25	9,07	15,72	46,77	10,58	2,61
»	Борона в два следа	ТК 17 + борона + боронка	0—5	34,78	11,02	11,56	26,80	7,70	8,14
			5—10	20,30	13,10	15,23	40,28	8,62	2,47
»	»	Рычажная борона + боронка	0—5	21,21	11,11	13,00	34,90	11,43	8,31
			5—10	4,48	10,33	17,00	52,22	12,50	3,47

(Продолжение табл. 13)

Сроки раннего рыхления	Орудия раннего рыхления	Орудия предпосевной обработки	Горизонт в сантиметрах	Количество фракций (в процентах)					
				> 20	20—10	10—5	5—1	1—0,5	< 0,5
Поздний	Борона в два следа	Дисковая борона + боронка	0—5	28,62	10,58	13,60	31,51	9,55	6,14
			5—10	18,03	14,12	15,87	38,58	10,00	3,40
»	»	ТК 25 + борона + боронка	0—5	20,30	12,71	13,88	35,18	11,85	7,16
			5—10	15,97	15,34	17,37	43,19	6,96	1,17
»	»	Многолемешник + борона + боронка	0—5	24,77	12,64	13,40	33,31	8,25	7,63
			5—10	12,63	14,18	16,29	44,67	9,77	2,46

Структурный анализ почвы в соответствующих опытах 1936 г. также показал, что наиболее совершенную разделку почвы дала рычажная борона; второе место заняла дисковая борона, а потом уже лапчатый культиватор ТК 17. Структурный анализ был проведен также и после шаровки и букетировки. Полученные данные приводятся в таблице 14 (закономерности по орудиям сохраняются те же).

Таблица 14

Механическое воздействие орудий предпосевной обработки на почву
(определения производились 20 мая 1937 г.)

Сроки раннего рыхления	Орудия раннего рыхления	Орудия предпосевной обработки	Горизонт в сантиметрах	Количество фракций (в процентах)					
				> 20	20—10	10—5	5—1	1—0,5	< 0,5
Ранний	Шлейф + борона в один след	ТК 17 + борона + боронка	0—5	18,19	14,90	13,66	34,45	8,67	8,13
			5—10	23,15	15,46	14,01	34,62	9,04	3,72
»	То же	ТК 17 + каток + борона + боронка	0—5	6,57	14,14	15,86	42,55	10,28	10,60
			5—10	22,12	17,87	14,46	34,70	7,61	3,24
»	»	ТК 17 + 2 бороны + боронка	0—5	18,70	12,28	12,24	36,15	9,96	10,67
			5—10	18,06	15,82	14,50	40,43	8,24	2,95
»	»	ТК 25 + борона + боронка	0—5	15,52	18,80	16,04	31,84	8,59	9,22
			5—10	22,83	16,31	12,99	35,03	8,58	4,26
»	»	Многолемешник + + борона + боронка	0—5	15,88	12,05	14,82	37,77	9,51	9,97
			5—10	18,16	18,18	14,43	36,00	8,99	4,23
»	»	Дисковая борона + боронка	0—5	10,76	12,65	12,27	42,07	11,66	10,60
			5—10	23,48	15,66	13,55	36,29	7,09	3,93
»	»	Дисковая борона + 2 боронки	0—5	9,75	11,53	11,63	41,59	12,64	12,86
			5—10	12,58	14,90	14,90	44,90	8,82	3,80
»	»	Рычажная борона + боронка	0—5	6,37	10,37	13,09	42,78	14,63	12,56
			5—10	12,35	16,66	17,11	42,46	8,16	3,28
»	»	Рычажная борона + 2 боронки	0—5	6,14	8,89	12,05	44,95	14,34	13,63
			5—10	8,82	15,73	16,99	48,44	7,48	2,54

Содержание глыбистых частиц в период междурядной обработки значительно уменьшилось, вследствие их разделки при укатывании посевов.

Из данных приведенных таблиц также видно влияние механического воздействия на почву дополнительной обработки: применения катка перед культивацией, повторного боронования тяжелой бороной и посевной бороной. Применение катка перед культивацией ведет к уменьшению глыбистости поверхностного горизонта больше чем на 11% и возрастанию содержания мелкокомковатых частиц, но при этом каток повышает содержание пылеватой фракции в поверхностном горизонте (0—5 см) на 2,47%. Применение повторного боронования необходимого эффекта не дает, так как пересохшие глыбы почти не поддаются разрушению боронами: содержание глыб в поверхностном горизонте почти не изменяется, но содержание пылеватой фракции в почве верхних слоев увеличивается на 2,54%.

Применение повторного набора боронок как после дисковой бороны, так и после рычажной бороны дает повышенное распыление почвы.

Аналогичные данные получены и на участке с поздним сроком башковки.

Через день после посева (23 апреля) произведено определение влажности почвы, результаты которого приведены в таблице 15.

Таблица 15

Влажность почвы через день после посева

Сроки раннего рыхления	Орудия рыхления	Горизонт (в сантиметрах)	Орудия предпосевной обработки					
			ТК 17 + борона + боронка	ТК 25 + борона + боронка	Многолемешник + борона + боронка	Дисковая борона + боронка	Рычажная борона + боронка	ТК 17 + каток + борона + боронка
Ранний	Шлейф ДН + борона в один след	0—2	7,14	—	10,32	9,61	13,44	—
		2—5	24,35	—	28,42	27,71	34,86	—
		5—10	34,00	—	35,25	35,62	38,37	—
„	Борона в два следа	0—2	8,77	—	—	10,92	12,40	—
		2—5	22,22	—	—	27,10	31,61	—
		5—10	36,80	—	—	34,80	38,82	—
Поздний	Шлейф + борона в один след	0—2	12,97	8,50	10,31	8,32	0,73	—
		2—5	27,45	27,45	27,11	24,07	27,16	—
		5—10	32,11	33,20	32,70	33,70	34,45	—
„	Борона в два следа	0—2	5,91	5,79	6,40	10,12	12,04	6,87
		2—5	15,24	20,10	17,87	26,85	28,78	21,19
		5—10	32,77	33,69	34,40	35,67	36,64	32,96

Более иссушенная почва в поверхностных горизонтах участка с поздним сроком рыхления и после предпосевной обработки имеет пониженную влажность.

При рыхлении шлейфом в один след и бороной в один след влажность почвы также выше, чем при рыхлении бороной в два следа.

В отношении влажности почвы в зависимости от орудий предпосевной обработки необходимо отметить, что наиболее повышенной влажностью отличаются делянки, обработанные рычажной бороной, за ними идут делянки, обработанные дисковой бороной. Повышенная влажность почвы при обработке рычажной бороной объясняется не только лучшим качеством разделки почвы, но и устранением вредного перемешивания почвы при обработке, ведущего к иссушению.

Влажность почвы 11 мая в зависимости от орудий предпосевной обработки и сроков раннего рыхления сохраняет ту же закономерность, что и 23 апреля (табл. 16).

Таблица 16

Влажность почвы 11 мая 1937 г.

Горизонт (в сантиметрах)	Орудия предпосевной обработки								
	ТК 17 + борона + боронка	ТК 17 + борона в два следа + боронка	ТК 17 + каток + борона + боронка	ТК 25 + борона + боронка	Многолемешник + борона + боронка	Дисковая борона + боронка	Дисковая борона ++ борона + боронка	Рычажная борона + боронка	Рычажная борона + боронка в два следа
Ранний срок рыхления. Шлейф ДН + борона в один след									
0—2	11,77	11,51	10,81	10,68	10,52	14,38	12,88	13,77	9,02
2—5	22,64	28,68	30,46	22,33	26,40	21,18	23,30	37,64	30,94
5—10	37,11	31,33	35,73	32,47	33,96	34,73	32,75	37,41	34,61
10—20	37,60	32,75	32,39	34,87	—	33,11	33,11	36,74	34,32
20—30	35,99	29,06	34,19	34,10	32,83	33,26	—	34,48	34,01
Поздний срок рыхления. Шлейф ДН + борона в один след									
0—2	10,07	—	7,23	8,37	8,38	11,74	—	11,56	12,49
2—5	15,89	—	26,46	19,34	22,00	25,12	—	29,67	31,89
5—10	28,91	—	34,38	31,68	33,44	34,69	—	34,67	33,79
10—20	32,02	—	35,46	34,72	35,11	30,38	—	34,27	32,81
20—30	30,94	—	32,07	33,71	33,43	—	—	33,61	32,54

Большое значение в предпосевной обработке имеет также каткование. Многолетние опыты в совхозе им. Сталина показывают, что получить хорошие всходы в условиях недостаточного весеннего увлажнения можно лишь тогда, если на протяжении всего периода прорастания семян в горизонте их заделки будет достаточное количество влаги.

При наличии сильных ветров и высокой температуры поверхностные горизонты почвы (0—5 см) чрезвычайно быстро просыхают, и свекловичные семена оказываются в иссушенном слое.

Поддерживать необходимую влажность почвы в горизонте заделки семян возможно лишь при восстановлении капиллярной связи между поверхностными и нижележащими горизонтами, которая нарушена предпосевной обработкой; восстановить же эту связь возможно лишь укатыванием.

Каткованием необходимо восстановить капилляры выше глубины заделки семян и в то же время не вывести их на поверхность почвы, так как это способствовало бы чрезвычайно быстрому иссушению всего пахотного слоя почвы. Поэтому каткование нужно проводить тогда, когда почва с поверхности на 1—1,5 см просохнет и не будет налипать на каток. При этом просохшая почва, утратившая способность липкости, остается взрыхленной и после прохода катка.

Значение веса катка в сохранении влажности поверхностных горизонтов почвы можно видеть из данных опыта в совхозе им. Сталина в 1937 г. Опыт был заложен в двукратной повторности по следующей схеме:

1. Без укатывания.
2. Укатывание деревянным легким рубчатым катком.
3. „ деревянным утяжеленным рубчатым катком.
4. „ чугунным кольчатым катком.
5. „ катком ДН.
6. „ катком ДН + посевная борона.

Посев и укатывание производились 27 апреля. Влажность почвы по горизонтам во время укатывания составляла в процентах:

0—2 см 28,35
5—10 „ 38,7
10—20 „ 38,13
20—30 „ 36,45

Необходимо отметить, что на всех делянках, за исключением укатанной катком ДН, поверхность почвы после укатывания оставалась покрытой рыхлым слоем в 1,5—2 см. После же прохода катка ДН почва была лишена верхнего взрыхленного слоя. Поверхностный слой почвы был спрессован, приглажен в один сплошной покрывающий слой со значительными разрывами.

Объемный вес и общая скважность по делянкам укатывания были следующие (табл. 17).

Таблица 17

Объемный вес, общая скважность и аэрация после укатывания

Делянки	Вес абсолютно сухой почвы в 100 куб. см по горизонтам		Общая скважность по горизонтам		Аэрация по горизонтам	
	0—10 см	10—20 см	0—10 см	10—20 см	0—10 см	10—20 см
Без укатывания	95,11	96,62	61,96	61,65	31,52	26,27
Укатывание деревянным легким рубчатым катком	102,40	99,30	59,04	60,28	32,67	23,55
Укатывание деревянным утяжеленным катком	104,43	101,42	58,23	59,43	29,86	23,34
Укатывание чугунным кольчатым катком	104,11	103,31	58,36	58,68	32,00	21,67
Укатывание катком ДН	102,40	101,48	59,04	59,60	31,49	24,47

Таким образом, с возрастанием веса катка возрастает и уплотнение почвы как в горизонте 0—10 см, так и в горизонте 10—20 см.

Влажность почвы на делянках с укатыванием на 7 мая была следующая (табл. 18).

Таблица 18

Влажность почвы на делянках с укатыванием на 7 мая (в процентах)

Горизонт (в сантиметрах)	Без укатывания	Укатывание				
		деревянным легким рубчатым катком	деревянным утяжеленным рубчатым катком	чугунным кольчатым катком	катком ДН	катком ДН + борона
0—2	9,06	10,36	11,35	8,88	15,46	10,50
2—5	21,11	30,71	33,70	31,67	32,42	29,11
5—10	35,85	36,22	36,51	35,41	32,86	35,62
10—20	37,47	37,07	35,59	35,83	34,62	35,34
20—30	37,42	36,42	37,37	37,71	34,69	34,55
Среднее от 5 до 30 см	36,91	36,57	36,49	35,65	34,05	35,17

Данные приведенной таблицы подтверждают большое значение укатывания в деле поддержания влажности почвы в горизонте заделки семян.

С возрастанием веса катка возрастает и влажность почвы в поверхностном слое. Влажность же почвы в горизонте 5—30 см незначительно уменьшается.

Значительное уменьшение влажности почвы после укатывания катком ДН объясняется исключительно тем, что каток ДН дает слитную поверхность с выводом капилляров на поверхность почвы.

О дальнейшем изменении влажности почвы по делянкам дают представление данные за 17 мая (табл. 19).

Таблица 19

Влажность почвы 17 мая (в процентах)

Горизонт (в сантиметрах)	Без укатывания	Укатывание				
		деревянным легким рубчатым катком	деревянным утяжеленным рубчатым катком	чугунным кольчатым катком	катком ДН	катком ДН + борона
0—2	4,74	7,42	7,99	9,47	10,24	7,67
2—5	17,07	25,08	29,48	31,97	30,18	28,26
5—10	27,74	29,44	35,38	35,14	33,88	34,41
10—20	33,09	33,46	34,31	35,25	34,57	35,75
20—30	33,65	31,78	35,65	31,66	34,34	34,45
Среднее от 5 до 30 см	31,49	31,56	35,11	34,01	34,26	34,87

Все приведенные данные о влажности почвы полностью вскрывают неправильность утверждений, будто бы поддержание повышенной влажности почвы в поверхностных горизонтах при укатывании идет за счет значительного понижения общего запаса влаги в пахотном горизонте.

Полученные в совхозе им. Сталина данные свидетельствуют, что уменьшения общего запаса влаги в пахотном слое после укатывания не наблюдается; больше того, как видно из таблицы 19, наблюдается даже значительное уменьшение влажности почвы в горизонте 5—30 см на неукатанной делянке, по сравнению с укатанными делянками.

Положительная роль укатывания не менее ярко обнаруживается также в густоте всходов и весе 100 растений перед прорывкой, что подтверждается следующими данными (табл. 20).

Таблица 20

Влияние укатывания на густоту всходов и вес 100 растений

Делянки	Количество растений на погонный метр		Вес 100 ростков перед прорывкой	
	абс.	в процентах	граммов	в процентах
Без укатывания	34	100	37	100
Укатывание деревянным легким рубчатым катком	37	109	47	127
Укатывание утяжеленным катком	51	150	57,5	155
„ чугунным кольчатым катком	51	150	59,5	161
„ катком ДН	41	122	68,5	185
„ „ „ + боронка	42	123	—	—

Данные этой таблицы со всей очевидностью показывают большое значение укатывания для обеспечения хороших всходов.

Таким образом, в условиях засушливого весеннего периода каткование является также одним из важных агротехнических приемов в деле получения дружных и здоровых всходов сахарной свеклы.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

Канд. с. х. наук А. Б. РУБАШЕВ

РОЛЬ КОРЕННОЙ ЗАПРАВКИ ПОЧВЫ УДОБРЕНИЯМИ В НАРАСТАНИИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ СВЕКЛОЙ И ПОСЛЕДУЮЩИМИ КУЛЬТУРАМИ

(Лаборатория агропочвоведения ВНИС)

Непременным условием для получения высоких и устойчивых урожаев сахарной свеклы и других культур свекловичного севооборота является не только правильное чередование с. х. культур, но и правильная и своевременная обработка почвы, уход за растениями и, в первую очередь, сохранение и повышение почвенного плодородия.

Среди основных средств и приемов, определяющих производительность почвы и ее плодородие, наиболее важными являются:

а) коренная заправка почвы органическими и минеральными удобрениями;

б) правильная и своевременная обработка почвы, способствующая активной деятельности микроорганизмов, накоплению и сохранению питательных веществ;

в) правильное соотношение воды и воздуха в почве.

Особо важным для создания урожая определенной высоты является приведение почвы в такое состояние, при котором имелась бы возможность не только получения максимального эффекта от внесенных удобрений, но и снижения расхода питательных веществ на единицу урожая.

К числу факторов, обеспечивающих нормальный рост и развитие растений, в первую очередь, относится наличие в почве 70—80% водоустойчивых агрегатов, достаточное количество легкоподвижных питательных веществ и правильное их соотношение, наличие благоприятных условий воздушного режима, способность почвы задерживать и легко отдавать растениям воду, благоприятные санитарные условия (соотношение O_2 и CO_2).

Так как урожайность находится в большой зависимости от плодородия почвы, то, очевидно, высота урожая является основным показателем степени окультуренности почвы.

Введение в севооборот смеси многолетних бобовых и злаковых трав не есть только средство, обеспечивающее нарастание плодородия и структурности почвы, а является также средством значительного повышения эффективности навоза и минеральных удобрений и создания условий для более быстрого перехода органического вещества в активно действующую форму, способную цементировать почвенные частицы и преобразовывать их в новые, качественно отличные, физические тела.

Коренная заправка почвы органическим веществом имеет важное значение еще и потому, что смесь злаковых и бобовых трав, обогащая почву органическим веществом, может проявить свой заметный эффект только на протяжении 1—2 ротаций севооборота, в то время как при

систематическом внесении удобрений и посеве многолетних бобовых трав срок переделки почвы и перевода ее в класс высокоокультуренных и плодородных почв может сократиться до 4—5 лет, максимум—до одной ротации.

Своевременное и правильное снабжение свекловичного клина доброкачественным навозом и минеральными удобрениями, в сочетании с высокой агротехникой, является фундаментом для переделки почвы, а следовательно, и для получения высоких и доброкачественных урожаев последующих культур.

Вопросам действия и последействия высоких доз органо-минеральных удобрений (и сопутствующей агротехники) на урожай сахарной свеклы, овса и клевера, а также и на физико-химическое состояние почвы лабораторией почвоведения ВНИС и было уделено внимание в исследованиях 1936—1937 гг. Эти исследования проводились на опытном поле Института (Киев, Батыева гора) на средне оподзеленных, крупнопылеватых почвах.

Схема опыта была следующая:

1. Изучение действия и последействия удобрений и водно-воздушного режима на урожай и качество сахарной свеклы, овса и клевера.

2. Изучение поступления главнейших питательных веществ (NPK) по фазам роста растений.

3. Изучение физико-химических изменений почвы.

Удобрения под свеклу были внесены (на фоне известкования) в органической и минеральной форме из расчета получения целевого урожая 500 и 1000 ц/га корней свеклы. Удобрения вносились в сочетании с поливом (30—40% и 40—60% от полной влагоемкости) и без полива. Навоза всего внесено 100 т/га и 7,5 т/га торфа.

Минеральные удобрения внесены в следующем количестве: на фоне 500 ц/га—N 190 кг, P_2O_5 157 кг и K_2O 210 кг; на фоне 1000 ц/га—N 424 кг, P_2O_5 307 кг и K_2O 530 кг.

Всего питательных веществ в органической и минеральной форме было внесено: на фоне 500 ц/га—N 685 кг/га, P_2O_5 337 кг/га и K_2O 775 кг/га; на фоне 1000 ц/га—N 919 кг/га, P_2O_5 487 кг/га и K_2O 1095 кг/га.

Соотношение $P_2O_5 : N : K_2O$ составляло 1 : 2 : 2,5.

Средний урожай сахарной свеклы на участках опыта колебался в пределах 308—340 ц/га без полива и 500—600 ц/га с поливом, доходя в отдельных повторностях до 700—725 ц/га.

Качество и технологические свойства сахарной свеклы (увеличение процента сахара и уменьшение содержания вредного азота) на участках с благоприятными условиями питательного и водно-воздушного режима были значительно лучше, чем на остальных участках (14, 15).

После опыта со свеклой на этом же участке был посеян овес (сорт—Верхнячский 053) с подсевом клевера.

Предпосевная обработка почвы как под свеклу в 1936 г., так и под овес в 1937 г. заключалась в том, что пахота производилась в момент физической (момент крошения) и биологической (благоприятные условия для течения биохимических процессов) спелости пашни.

Посев овса произведен 6 апреля по зяби, рядовой сеялкой, из расчета 1,3 ц/га и клевера 16 кг/га.

Фенологические наблюдения

Для изучения поведения яровых культур при разной концентрации почвенного раствора, нами были проведены наблюдения за ростом овса на протяжении всей его вегетации.

Следует отметить, что интенсивность роста овса на участках с разной концентрацией почвенного раствора за все время от начала всходов и до конца вегетации была разной.

Так, на участках, где удобрения были внесены из расчета получения урожая в 1000 ц/га свеклы, растения овса, начиная от момента всходов, имели интенсивно зеленую окраску, в то время как на растениях с рядом расположенных хозяйственных посевов была заметна угнетенность, с бледновато-зеленой окраской листьев.

Различие в росте овса на разных фонах удобрений наблюдается не только в начальной фазе его развития, но и на протяжении всей вегетации (фиг. 1).

Фиг. 1. Внешний вид овса, выросшего на разных фонах удобрения (последействие)

В отдельные фазы развития растений рост овса в высоту на разных фонах был резко различным (табл. 1).

Таблица 1

Высота стеблей овса на разных фонах удобрений

Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая	Высота стебля в сантиметрах		
	29/V Фаза стеблевания	20/VI Фаза колошения	20/VII Фаза полной спелости
200 ц/га[1]	30—35	45—50	55—60
500 „	35—40	55—60	70—75
1000 „	45—50	75—80	90—95

Из данных таблицы 1 видно, что в фазе колошения рост овса почти заканчивается на первом фоне и значительно затягивается на втором и, особенно, на третьем фонах.

Это подтверждается и данными прироста воздушно-сухой массы.

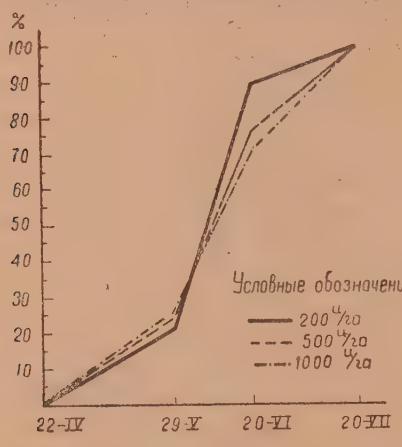
[1] Для сравнения взят обыкновенный хозяйственный посев овса, где в 1936 г. была посеяна свекла с внесением удобрений из расчета получения 200 ц/га корней свеклы.

Таблица 2

Вес воздушно-сухого вещества, овса по фазам роста на разных фонах удобрений (в центнерах с гектара)

Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая	29/V	20/VI	20/VII
	Фаза стеблевания	Фаза колошения	Фаза полной спелости
200 ц/га	10,9	46,5	52,5
500 „	16,3	52,6	73,9
1000 „	25,5	73,1	101,8

Как видно из таблицы 2, между ростом растений в высоту и весом воздушно-сухой массы есть прямая зависимость: с более интенсивным ростом растений в высоту увеличивается накопление воздушно-сухой массы.



Фиг. 2. Динамика роста овса сорта Верхнячский 053. Вес воздушно-сухой массы в процентах к максимальному весу воздушно-сухого растения на разных фонах удобрений: 22/IV—появление первых всходов; 29/V—фаза стеблевания; 20/VI—фаза колошения; 20/VII—фаза полной спелости

Наглядно динамику нарастания воздушно-сухой массы в процентах по отношению к максимальному весу растения можно видеть на фиг. 2, где показано, что растения на участках с малыми дозами удобрений почти заканчивают свой рост и накопление воздушно-сухой массы в фазе колошения, в то время как на высокоудобренных участках рост растений еще продолжается.

Так, если на малоудобренных участках процент воздушно-сухой массы в период колошения составляет 90 от максимального веса растения, то на высокоудобренных участках он соответственно равен 80 и 75. В этот период на малоудобренных участках вес воздушно-сухой массы увеличивался за счет налива зерна, а на удобренных участках накопление органического вещества одновременно идет как за счет роста растения в высоту, так и за счет налива зерна.

График (фиг. 2) также показывает, что основная масса органического вещества у яровых культур накопляется в период от начала стеблевания до начала колошения.

Большие отклонения в накоплении сухого вещества в растении на разных фонах удобрений подтверждаются также длительностью вегетационного периода. Так, период вегетации овса составлял (в днях):

1. Первые всходы появились 22/IV.
2. Выход в трубку—через 37 дней от начала всходов.
3. Начало колошения—через 21 день от начала стеблевания.
4. Полное созревание: на фоне ранее внесенных удобрений под урожай свеклы в 500 ц/га—через 30 дней от начала колошения, а на фоне удобрений под урожай свеклы в 1000 ц/га—через 40 дней.

Таким образом, длительность вегетационного периода овса на фоне из расчета 500 ц/га составляла 88 дней, а на фоне 1000 ц/га—98 дней. Отсюда следует, что сорта овса и вообще яровые культуры при избы

точном питании становятся позднеспелыми, что, повидимому, связано главным образом с накоплением зольных элементов, в особенности азота и калия.

В. О. Корниенко и М. Е. Пронин уже давно указывали, что причиной большой растянутости периода налива зерна у скоро- и позднеспелых сортов овса является наличие неодинакового количества зольных элементов (12, 13).

По нашим наблюдениям, динамика накопления золы в растениях овса по фазам роста характеризуется следующими данными (табл. 3).

Таблица 3

Динамика накопления золы в растениях овса

Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая	Накопление зольных элементов в целом растении (в процентах к воздушно-сухой массе)		
	29/V	20/VI	20/VII
	Фаза стеблевания	Фаза колошения	Фаза полной спелости
200 ц/га	8,46	5,78	6,6
500 „	10,36	6,06	6,7
1000 „	11,92	7,62	6,9

Из приведенных данных видно, что наиболее заметные колебания в содержании золы наблюдались в фазе стеблевания.

Внесение в почву удобрений приводит к увеличению не только общего количества золы и азота в растении, но и главным образом общего количества органических веществ в нем, большую часть которых составляют углеводы, сами по себе не содержащие зольных элементов.

Основным процессом создания органического вещества является процесс фотосинтеза. Поэтому и понятно, что в фазе стеблевания, когда идет интенсивный рост растений в высоту и вместе с этим накопление органического вещества, зольные элементы принимают деятельное участие в образовании новых масс протоплазмы.

Так как минеральные вещества являются главным образом регуляторами жизненных процессов, то очень важно обеспечить растения достаточным количеством этих веществ в наиболее критические периоды роста.

Таким периодом является период кущения до начала стеблевания и именно в это время в растение поступают главным образом элементы минерального питания.

Поступление азота, фосфора и калия в растения овса в отдельные периоды роста

В начальный период развития растений поступление в них питательных веществ из почвы относительно невелико вследствие того, что растения в это время используют главным образом запасы питательных веществ, которые имеются в семенах, и, кроме того, прирост органического вещества в этот период еще относительно невелик, так что и потребность в поглощении минеральных веществ из почвы совсем незначительная.

Но совсем иное явление наблюдается во время наиболее энергичного роста и увеличения общей массы растения, т. е. в период от стеблевания до колошения. В это время идет максимальное накопление органического вещества и соответственно использование важнейших минеральных веществ, особенно азота, фосфора и калия.

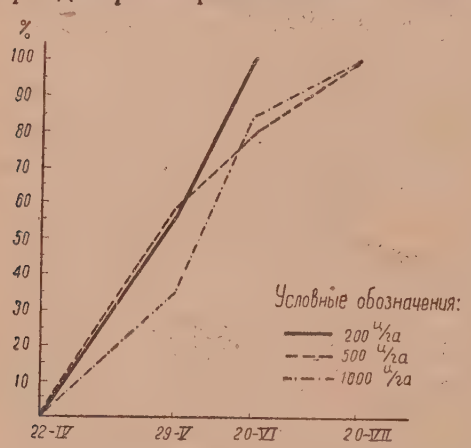
Динамику накопления азота в процентах к воздушно-сухой массе и вынос его в килограммах на гектар в отдельные периоды роста растений можно видеть из следующих данных (табл. 4).

Таблица 4

Содержание и вынос азота

Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая	Содержание азота (в процентах к воздушно-сухой массе) и вынос его (в кг/га) по фазам роста. (N по Кьельдалю)					
	29/V		20/VI		20/VII	
	Фаза стеблевания		Фаза колошения		Фаза полной спелости	
	Проценты	кг/га	Проценты	кг/га	Проценты	кг/га
200 ц/га	1,94	21,1	0,85	39,5	0,72	39,5
500 „	1,95	31,7	0,93	49,0	0,80	56,4
1000 „	1,96	39,5	1,22	85,6	0,98	101,8

Эти данные показывают, что поступление и накопление азота по всем периодам роста растений тесно связано с его запасами в почве. На участках, где азот вносился в повышенных дозах, содержание его в растениях оказалось повышенным не только в начальные периоды развития растений, но и в период полной спелости.



Фиг. 3. Динамика поступления азота в процентах к максимальному его накоплению в целом растении: 22/IV—появление первых всходов; 29/V—фаза стеблевания; 20/VI—фаза колошения; 20/VII—фаза полной спелости

Как известно, азот необходим для построения главным образом белковых веществ, из чего и вытекает колоссальное значение этого элемента в создании органического вещества. Повышенное накопление азота по отношению к воздушно-сухой массе в период стеблевания теснейшим образом связано с процессом фотосинтеза.

Именно в этот период, когда растение состоит почти только из одних листьев, выработанное в процессе фотосинтеза органическое вещество идет на создание новых единиц рабочей листовой поверхности, которые снова вступают в процесс фотосинтеза.

Поэтому увеличение содержания азота в первый период развития растений связано с необходимостью усиленного их роста в высоту и накопления органического вещества.

В период колошения процент азота резко падает за счет увеличения органического вещества и значительно возрастает в абсолютных цифрах.

Так, если процент воздушно-сухого вещества в период стеблевания составляет 18—19, то в период колошения он повышается до 25—32 (соответственно фону).

Для большей наглядности ход поступления азота в разные периоды развития овса выразим в процентах к максимальному его накоплению в целом растении (фиг. 3).

Из графика (фиг. 3) видно, что поступление азотистых веществ на разных фонах удобрения идет по-разному. Так, если на участках с малыми дозами удобрений поступление азота заканчивается в период коло-

шения, то на повышенных фонах мы наблюдаем ломанную кривую, показывающую, что поступление азота еще продолжается.

В период полной спелости резкого снижения содержания азота в растениях как в процентном отношении, так и в отношении увеличения абсолютных цифр не наблюдается, что связано главным образом с заканчиванием роста растений и накоплением общей массы органического вещества.

В период колошения происходит передвижение азота из стебля в зерно, главным образом, для формирования белковых веществ.

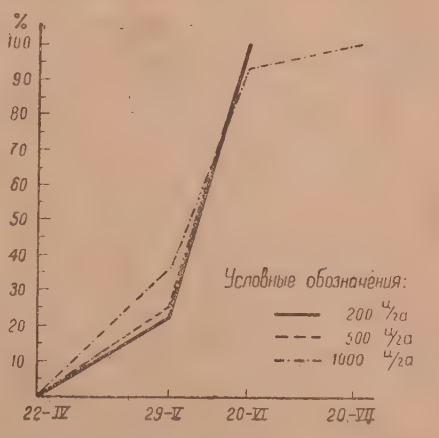
Не менее резкие колебания мы наблюдаем в поступлении фосфора. Процентное содержание фосфора в растении и абсолютные показатели выноса фосфорной кислоты характеризуются следующими данными (табл. 5).

Таблица 5

Содержание и вынос P_2O_5

Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая	Содержание P_2O_5 (в процентах к воздушно-сухой массе) и вынос ее (в кг/га) по фазам роста (P_2O_5 по Лоренцу)					
	29/V		20/VI		20/VII	
	Фаза стеблевания		Фаза колошения		Фаза полной спелости	
	Проценты	кг/га	Проценты	кг/га	Проценты	кг/га
200 ц/га	0,38	3,69	0,39	18,3	0,34	18,4
500 „	0,43	6,52	0,45	23,6	0,36	24,0
1000 „	0,59	11,88	0,46	33,5	0,40	36,52

Данные таблицы 5 показывают, что поступление фосфорной кислоты тоже находится в прямой зависимости от запаса ее в почве. На участках с высоким фоном удобрений значительно повышается поступление P_2O_5, но в процентном выражении особо резких колебаний нет. Прямой пропорциональности между поступлением фосфорной кислоты и накоплением органического вещества мы не наблюдаем. Стало быть, фосфорные соединения менее интенсивно поступают в растение, чем азотистые. Интересно отметить, что если на участках, бедных питательными веществами, поступление азота прекращается в фазе колошения, то поступление P_2O_5 прекращается в это время и на фоне удобрений под урожай в 500 ц/га и даже на фоне под 1000 ц/га (фиг. 4).



Фиг. 4. Динамика поступления P_2O_5 в процентах к максимальному ее накоплению в целом растении: 22/IV—появление первых всходов; 29/V—фаза стеблевания; 20/VI—фаза колошения; 20/VII—фаза полной спелости

Особый интерес представляет поступление в растение калия (табл. 6).

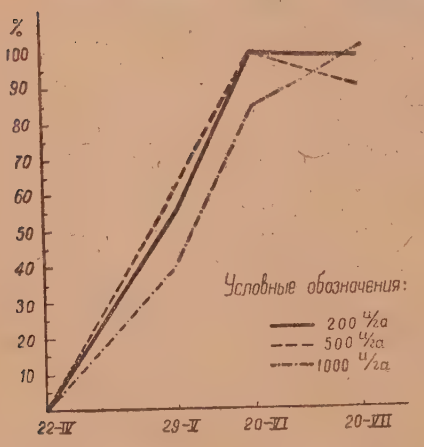
Поступление калия в растение на первом и втором фоне, как и фосфорной кислоты, полностью заканчивается в фазе колошения. Мало того, к концу вегетации мы замечаем даже некоторое уменьшение общего количества калия. Исключение составляет фон удобрений под урожай в 1000 ц/га, где поступление калия так же, как и азота и фосфорной кислоты, продолжается даже и после колошения.

Таблица 6

Содержание и вынос K_2O

Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая	Содержание K_2O (в процентах к воздушно-сухой массе) и вынос его (в кг/га) по фазам роста (K_2O по Тананаеву)					
	29/V		20/VI		20/VII	
	Фаза стеблевания		Фаза колошения		Фаза полной спелости	
	Проценты	кг/га	Проценты	кг/га	Проценты	кг/га
200 ц/га	2,3	26,7	1,06	49,3	0,95	48,0
500 „	3,12	50,5	1,54	80,3	1,10	73,3
1000 „	3,15	61,2	1,80	128,5	1,55	153,0

Поступление калия в растение по фазам роста по разным фонам удобрения наглядно можно видеть на фиг. 5.



Фиг. 5. Динамика поступления K_2O в процентах к максимальному его накоплению в целом растении: 22/IV—появление первых всходов; 29/V—фаза стеблевания; 20/VI—фаза колошения; 20/VII — фаза полной спелости

Приведенный график показывает, что на участках с меньшим запасом питательных веществ кривая к моменту колошения идет резко вверх и после этого падает, а на фоне удобрений под урожай в 1000 ц/га она продолжает подниматься вверх к моменту полной спелости.

Так, если на двухсотенном и пятисотенном фонах в период колошения вынос калия в абсолютных цифрах составляет 49,3—80,3 кг/га, то в период полной спелости он соответственно достигает 48—73,3 кг/га.

Уменьшение валового содержания калия в урожае в период полной спелости, по сравнению с фазой колошения, связано, во-первых, с выщелачиванием K_2O из отмерших в процессе роста листьев, а во-вторых, с оттоком калия обратно в почву.

Исходя из изложенного, мы приходим к следующим выводам:

1. Наиболее активно питательные вещества поглощаются растениями овса в начальный период их развития, т. е. в период от начала кущения и до начала стеблевания.

2. Вынос овсом питательных веществ—азота и калия—тесно связан с запасами этих веществ в почве. Чем богаче почва азотистыми и калийными питательными веществами, тем больше их выносится урожаем. Исключение составляет фосфор, поскольку тесной зависимости между его запасом в почве и выносом не наблюдается.

Особенно интересным является вынос и соотношение (в целом растении) фосфора, азота и калия по фазам роста овса (табл. 7).

Таблица 7

Вынос и соотношение фосфора, азота и калия по фазам роста

Дата анализов	Фон удобрений 1936 г.	Урожай воздушно-сухой массы в ц/га	Вынос в кг/га			Сумма элементов	Соотношение		
			P_2O_5	N	K_2O		P_2O_5	N	K_2O
29/V (фаза стеблевания)	200 ц/га	10,9	3,7	21,1	26,7	51,5	1,0	5,7	7,2
	500 „	16,3	6,5	31,7	50,5	88,7	1,0	4,9	7,7
	1000 „	25,5	11,9	37,8	61,2	110,9	1,0	3,2	5,1
20/VI (фаза колошения)	200 „	46,5	18,3	39,5	49,3	107,1	1,0	2,2	2,7
	500 „	52,6	23,6	49,0	80,3	152,9	1,0	2,1	3,4
	1000 „	73,1	33,5	85,6	128,0	247,1	1,0	2,5	3,8
20/VII (фаза полной спелости)	200 „	52,5	18,4	39,5	48,0	105 9	1,0	2,2	2,7
	500 „	73,9	24,0	56,4	73,3	156,7	1,0	2,3	3,0
	1000 „	101,8	36,5	100.8	153,0	290,3	1,0	2,7	4,2

Данные таблицы 7 показывают, что вынос и соотношение фосфора, азота и калия на разных фонах удобрений по фазам роста овса резко различны. Так, в первой фазе развития овса на первом фоне удобрений мы имеем довольно широкое отношение фосфора к азоту и калию. Очевидно, это связано с некоторым недостатком фосфора на этих участках.

В период от начала стеблевания и до конца колошения мы наблюдаем резкое сужение отношения азота и калия к фосфору, особенно это заметно на первом и втором фонах. Это можно объяснить главным образом заканчиванием общего роста растений на этих участках и накоплением органического вещества в этот период. В дальнейшем на первом и втором фонах резких различий в соотношении питательных веществ не наблюдается.

На третьем фоне мы наблюдаем даже некоторое увеличение содержания азота и калия, по сравнению с фосфором, что, очевидно, связано с удлинением вегетационного периода овса на этих участках. Расширенное отношение азота и калия к фосфору в период колошения и даже в период полной спелости на третьем фоне, по сравнению с первым и вторым фонами, еще раз подтверждает наш вывод о том, что задержку созревания овса можно, повидимому, объяснить большим накоплением в них азота и калия.

Последействие высоких доз удобрений на урожай овса и клевера

Коренная заправка почвы органическими и минеральными удобрениями, в сочетании с высокой агротехникой, дает возможность получать не только высокие и устойчивые урожаи ведущей культуры—свеклы, но и высокие и доброкачественные урожаи последующих яровых культур и трав.

Ниже приводятся результаты нашего опыта с посевом овса после сахарной свеклы (табл. 8).

Эти данные убедительно говорят о необходимости и хозяйственной целесообразности коренной заправки почвы удобрениями, особенно под ведущую культуру. Несмотря на полученный в 1936 году высокий урожай сахарной свеклы (500—600 ц/га), на этом же поле в 1937 г. получен также высокий урожай овса. Если урожай обыкновенного хозяйственного посева принять за 100, то на бывшем пятисотенном фоне урожай овса составляет 167%, а на тысячном 226%. К тому же, следует отметить, что урожай овса в 17,5 ц/га в обычных хозяйственных условиях, безусловно, нельзя считать очень низким. Наряду с высоким урожаем зерна, мы

Таблица 8

Урожай овса, посеянного после сахарной свеклы

Показатели	Валовой сбор урожая овса (в ц/га) в 1937 г. по разным фонам удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая		
	200 ц/га	500 ц/га	1000 ц/га
Зерно	17,5	29,0	40,0
Солома + полова	35,0	45,7	62,4
Отношение веса зерна к весу соломы	1 : 2	1 : 1,5	1 : 1,5

имеем значительно меньший выход соломы. Если на хозяйственных посевах соотношение зерна и соломы составляет 1 : 2, то на удобренных участках количество соломы относительно уменьшается за счет увеличения выхода зерна. Здесь отношение веса зерна к весу соломы составляет 1 : 1,5.

Но количество урожая не всегда сочетается с его качеством. Задача агрономической науки заключается в том, чтобы изыскать такую систему агротехнических мероприятий, при которой количественно высокий уровень урожая сочетался бы также с высоким его качеством.

В нашем опыте, наряду с получением высокого и доброкачественного урожая сахарной свеклы, получен и доброкачественный урожай овса.

В подтверждение этому приводим показатели натуры зерна, абсолютного веса и пленчатости (табл. 9).

Таблица 9

Натура, абсолютный вес и пленчатость зерна овса, посеянного на свеклянище

Показатели качества	Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая		
	200 ц/га	500 ц/га	1000 ц/га
Вес зерна в граммах в объеме одного литра	445	476	471
Абсолютный вес 1000 зерен (в граммах)	25,6	26,0	27,2
Пленчатость в процентах	30,9	29,5	28,8

Эти данные показывают, что, с увеличением урожая, при правильном соотношении питательных веществ, качество зерна заметно улучшается. В частности, здесь мы имеем зерно более дородное и выполненное, чем на обыкновенном хозяйственном посеве, к тому же наблюдается и некоторое уменьшение пленчатости.

О содержании основных питательных веществ (белка и др.) можно судить по количеству азота, фосфора и калия в зерне и соломе (табл. 10).

Таблица 10

Содержание азота, фосфора и калия в зерне и соломе овса

Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая	Процент N к воздушно-сухой массе		Процент P_2O_5 к воздушно-сухой массе		Процент K_2O к воздушно-сухой массе	
	В зерне	В соломе	В зерне	В соломе	В зерне	В соломе
200 ц/га	1,55	0.30	0,30	0,20	0,37	1,50
500 „	1,67	0,31	0,51	0,25	0,41	1,61
1000 „	1,88	0,39	0,57	0,35	0,44	2,31

По химическому составу зерно растений, выращенных на более богатой питательной среде, оказывается значительно богаче азотом, фосфором и калием, чем зерно растений, которые выращивались на слабо обеспеченных питательными веществами почвах.

По количеству азота и фосфора в зерне можно до некоторой степени судить и о количестве в зерне белковых веществ. Отсюда следует, что и питательные достоинства зерна, полученного на высоких фонах, лучше собранного на бедных питательными веществами почвах.

Получив высокий и доброкачественный урожай, мы вместе с тем в первый год посева собрали также довольно значительный укос сена-клевера. Так, на бывшем пятисотенном фоне сена-клевера собрано 26,4 ц/га, на тысячном фоне 33,5 ц/га.

Расход питательных веществ свеклой и овсом на единицу урожая

Введение правильных севооборотов и систематическое обогащение питательными веществами свекловичного клина, в сочетании с высокой агротехникой, даст возможность получать высокие урожаи всех культур свекловичного севооборота, снизив расход питательных веществ на единицу урожая.

Особо важным для создания высоких урожаев с. х. культур с меньшими затратами является приведение почвы в такое состояние, при котором, наряду с выносом питательных веществ, мы имели бы благоприятные условия для их накопления. Как мы уже отмечали раньше, большое значение в разрешении этой задачи имеет (помимо питательных веществ) правильное соотношение воды и воздуха в почве и благоприятные санитарные условия (соотношение O_2 и CO_2).

Свекла для образования урожая определенной высоты выносит из почвы значительно больше питательных веществ, чем злаковые культуры. Это подтверждается и нашими данными. Для доказательства такого утверждения приводим в таблице 11 данные выноса азота, фосфора и калия на 100 ц/га урожая сухого вещества свеклы (с учетом ботвы) и овса (с учетом соломы).

Таблица 11

Вынос азота, фосфора и калия урожаем свеклы и овса

Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая	Урожай сухого вещества в ц/га		Вынос (в килограммах)								Соотношение					
			N		P_2O_5		K_2O		Сумма элементов		N		P_2O_5		K_2O	
	Свекла	Овес	Свекла	Овес	Свекла	Овес	Свекла	Овес	Свекла	Овес	Свекла	Овес	Свекла	Овес	Свекла	Овес
500 ц/га	169	74	106,5	75,0	42,6	35,0	142,0	106	291,0	216,0	3,6	3,5	1,5	1,6	4,9	4,9
1000 „	183	102	124,0	97	53,6	42,0	211,8	165	389,4	304,0	3,2	3,2	1,4	1,4	5,4	5,4

Данные выноса фосфора, азота и калия на 100 ц/га воздушно-сухой массы свеклы и овса показывают, что наряду с большим различием между этими культурами в отношении накопления сухого вещества, они сильно различаются также и по величине выноса питательных веществ. Так, для образования единицы сухого вещества вынос азота и калия у свеклы почти в полтора раза больше, чем у овса. Исключение составляет фосфор: резких различий между свеклой и овсом в отношении выноса фосфора не наблюдается.

Не менее показательным как с экономической точки зрения, так и с точки зрения построения системы удобрений является расход питательных веществ на единицу урожая зерна овса. Данные об этом приводятся в таблице 12.

Таблица 12

Расход азота, фосфора и калия на 100 ц/га урожая зерна овса на разных фонах удобрения

Фон удобрений под свеклу 1936 г. из расчета получения урожая	Урожай зерна в ц/га	Расход (в килограммах)				Соотношение		
		N	P	K_2O	Сумма элементов	N	P_2O_5	K_2O
200 ц/га	17,5	229	100	276	615	3,9	1,6	4,5
500 „	29,0	200	83	272	565	3,7	1,4	4,9
1000 „	40,0	250	90	382	722	3,5	1,2	5,3

Данные таблицы 12 показывают, что с ростом урожая, при правильном соотношении питательных веществ, расход азота, фосфора и калия на единицу урожая уменьшается.

Причиной увеличения расхода питательных веществ на единицу урожая на бывшем тысячном фоне является недостаток влаги и большой избыток питательных веществ в почве, получившийся вследствие неполного использования удобрений свеклой 1936 г., а также вследствие добавочного внесения питательных веществ в виде навозной мульчи.

По нашим подсчетам, остаток неиспользованных питательных веществ, внесенных в виде удобрений, после сбора урожая свеклы должен составлять:

а) на бывшем пятисотенном фоне: азота 506 кг/га, P_2O_5 266 кг/га и K_2O 535 кг/га;

б) на бывшем тысячном фоне (вместе с навозной мульчей): азота 1009 кг/га, P_2O_5 502 кг/га и K_2O 1079 кг/га.

Как видно, остаток неиспользованных питательных веществ на бывшем тысячном фоне был вполне достаточным для получения урожая зерна овса в два с лишним раза больше, чем на бывшем пятисотенном фоне, т. е. вместо фактически полученных 40 ц/га следовало получить 60—70 ц/га. Причиной недобора урожая является, главным образом, недостаток влаги в почве, а отсюда и неполное использование питательных веществ.

В нашем опыте состояние влажности почвы за время от начала стеблевания и до конца вегетации овса, в среднем, определялось для пахотного горизонта 7—10% и для подпахотного горизонта 5—7%, что, безусловно, не могло не сказаться отрицательно на получении возможного урожая.

Физико-химические процессы и плодородие почвы

Главным фактором, обеспечивающим благоприятный физический режим почвы, является ее структурность, т. е. способность почвы распадаться на отдельные агрегаты, состоящие из соединенных между собой механических элементов, устойчивых против размывания водой. При наличии в почве 70—80% водоустойчивых агрегатов создаются условия благоприятного водно-воздушного режима и активного течения микробиологических процессов.

В нашем опыте, в результате применения целого ряда агротехнических мероприятий (пахота в момент физической и биологической спелости пашни, известкование, коренная заправка почвы органическими и мине-

ральными удобрениями, полив, правильное и своевременное рыхление междурядий свеклы и пр.), за два года их действия, в значительной мере изменились физические и физико-химические свойства оподзоленной и легкой по механическому составу почвы.

Для характеристики физического состояния почвы приводим данные динамики нарастания водопрочной структуры в пахотном горизонте. (табл. 13).

Таблица 13

Динамика нарастания водопрочной структуры в пахотном горизонте

Дата наблюдения	Фон удобрений	Процент водоустойчивых агрегатов	Процент гумуса по Тюрину
15/III 1936 г.	Без удобрений	6,5	0,75
2/X 1936 г.	500 ц/га	11,0	1,55
	1000 „	13,0	1,64
2/IV 1937 г.	500 „	22,8	1,53
	1000 „	22,8	1,40

Из приведенных данных видно, что нарастание структуры почвы может значительно меняться не только на протяжении одной ротации севооборота, но и в течение одного вегетационного периода.

Известкование, внесение высоких доз органических и минеральных удобрений, оптимальные условия термического и водного режима 1936—1937 гг. способствовали гумификации органического вещества, благоприятно действовавшего на изменение физических свойств почв.

Нарастание структуры почвы в 1937 г. также до некоторой степени обязано действию посева клевера, который даже на первом году своего роста не мог не оказать значительного влияния на процесс структурообразования.

Имеющиеся в литературе указания на то, что для образования прочной структуры почвы достаточно незначительное количество особо активных органических веществ (например, 0,1—0,3% хорошо действующих как в насыщенных, так и в ненасыщенных основаниями почвах), очевидно, вполне применимо и к нашему опыту, ибо внесенных нами в виде высококачественного перегноя 100 т/га органического вещества было достаточно для коренного сдвига физических свойств бесструктурных почв в сторону их оструктуривания (16, 17).

Таким образом, органическое вещество является основой, которая способствует изменению и преобразованию почвенной массы в новые качественно отличные физические тела—структурные отдельности.

Наличие в почве такого количества водоустойчивых агрегатов не могло не сказаться и на состоянии воздушного режима почвы, что видно из следующих данных (табл. 14).

Данные таблицы 14 показывают, что при наличии соответствующего структурного фона в значительной мере улучшается воздушный режим почвы.

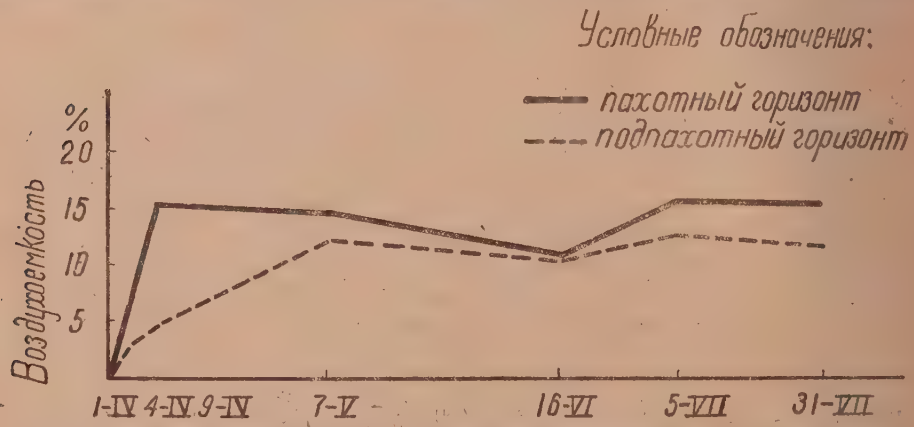
Так, весною, после сильного зимнего уплотнения и промачивания, воздухоемкость пахотного слоя почвы составляла 4,8% от объема почвы, а после предпосевной обработки и посева мы имеем резкое увеличение воздухоемкости, достигающее 15—15,5%.

Таблица 14

Динамика воздухоемкости почвы на протяжении всего вегетационного периода овса

Дата наблюдений	Горизонты	Объемный вес	Воздухоемкость (в процентах от объема почвы)
4/IV (до предпосевной обработки)	Пахотный	140,7	4,8
	Подпахотный	—	—
9/IV (после обработки и посева)	Пахотный	128,3	15,5
	Подпахотный	143,0	4,5
7/V	Пахотный	123,0	14,0
	Подпахотный	127,0	11,5
16/VI	Пахотный	134,6	11,0
	Подпахотный	134,2	10,5
5/VII	Пахотный	130,0	15,4
	Подпахотный	141,0	12,0
31/VII	Пахотный	132,0	15,0
	Подпахотный	142,0	11,4

В дальнейшем, с восстановлением структуры и некоторым подсыханием почвы, благоприятное соотношение капиллярной и некапиллярной скважности сохраняется на протяжении всего вегетационного периода.



Фиг. 6. Состояние воздушного режима почвы на протяжении всей вегетации овса: 4/IV—до предпосевной обработки; 9/IV—после посева; 7/V—16/VI—5/VII и 31/VII—без рыхления

Это также подтверждается состоянием влажности и объемным весом почвы. По мере подсыхания почвы, мы имеем уменьшение объемного веса и повышение воздухоемкости не только пахотного, но и подпахотного горизонтов. Наглядно динамику воздухоемкости можно видеть на фиг. 6.

Таким образом, правильная и своевременная предпосевная обработка почвы, при наличии благоприятных условий структурообразования, сохраняет на определенном уровне воздухоемкость (13—15%) от начала и до конца вегетации растений.

Не менее ярко проявляется роль коренной заправки почвы удобрениями и сопутствующей агротехники также и в накоплении подвижных питательных веществ, что видно из следующих данных (табл. 15).

Таблица 15

Запас подвижных питательных веществ в пересчете на гектар до и после уборки свеклы и овса (в кг/га)

Дата наблюдений	Фон удобрений из расчета получения урожая	Азот по Ваксману		P_2O_5 по Арренниусу		K_2O по Пейве	
		Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт	Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт	Пахотный горизонт	Подпахотный горизонт
15/III 1936 г.	Без удобрений	13,8	3,4	187,0	75,0	126,0	66,0
2/X 1936 г. (после копки свеклы)	500 ц/га	109,0	70,0	510,0	207,0	204,0	80,0
	1000 „	113,0	121,0	1020,0	260,0	257,0	104,0
2/IV 1937 г. (перед посевом овса)	500 „	91,0	10,2	555,0	288,0	230,0	87,0
	1000 „	138,0	31,0	1071,0	388,0	542,0	105,0
8/VIII 1937 г. (после уборки овса)	500 „	93,0	—	453,0	78,0	170,0	80,0
	1000 „	118,0	—	901,0	290,0	493,0	94,0

Данные таблицы 15 показывают, что, несмотря на то, что в 1936 г. получено 500—600 ц/га свеклы, а в 1937 г. 28—39 ц/га овса и 26—33 ц/га сена-клевера, все же запас питательных веществ—азота, фосфора и калия—находится на довольно высоком уровне. Из сравнения данных запаса питательных веществ на 2/X 1936 г. (после уборки) и на 2/IV 1937 г. (перед посевом овса) видно, что весною 1937 г. мы не только не имеем убыли легкоподвижных питательных веществ, но, наоборот, наблюдаем довольно значительное их накопление. Так, если запас фосфорной кислоты 2/X 1936 г. составлял 510—1020 кг/га, а калия 204—257 кг/га, то 2/IV 1937 г. этот запас был выше, а именно: фосфорной кислоты 555—1071 кг/га и калия 230—542 кг/га. Нарастание легкоподвижных форм питательных веществ связано, главным образом, с минерализацией органического вещества и мобилизацией питательных веществ почвы.

Уменьшение легкоподвижного азота шло, главным образом, за счет использования его растениями и возможного вымывания нитратов в более глубокие горизонты.

Таким образом, несмотря на то, что генетические особенности почв на участках нашего опыта были крайне неблагоприятны как по физическим свойствам, так и по плодородию, все же эти почвы, в результате правильной и своевременной обработки, коренной заправки органическими и минеральными удобрениями, за первые два года ротации были переведены в класс окультуренных и плодородных почв.

Выводы

1. Коренная заправка почвы свекловичного клина органическими и минеральными удобрениями на фоне высокой агротехники обеспечила получение урожая корней сахарной свеклы в 500—600 ц/га, зерна овса 30—40 ц/га и сена клевера 26—33 ц/га (в первый год его посева).

2. Качество сахарной свеклы и овса, выращенных в условиях правильного соотношения питательных веществ и благоприятного водно-воздушного режима, улучшается (увеличение сахаристости свеклы, повышение натуры зерна и уменьшение пленчатости овса).

3. Количество водоустойчивых агрегатов увеличилось в пахотном

горизонте в 1½—2 раза и во столько же раз увеличилось содержание органического вещества.

4. Нарастание структурного фона до коэфициента 0,3—0,4 создает условия для поддержания воздухоемкости почвы в 13—15% от объема почвы на протяжении всего вегетационного периода, что обеспечивает получение высоких урожаев злаковых яровых культур.

5. Поступление азота, фосфора и калия у злаковых яровых культур, в основном, заканчивается в фазе колошения. Наиболее активно питательные вещества поглощаются растениями в начальный период их развития, т. е. в период от начала кущения и до начала стеблевания.

6. Накопление органического вещества в растениях тесно связано с поступлением и накоплением минеральных веществ. С приостановлением поступления питательных веществ, в основном, заканчивается и накопление воздушно-сухой массы растения.

7. Растения овса, выращенные на избыточном питательном фоне, удлиняют свой вегетационный период на 8—10 дней, по сравнению с фоном, где питательные вещества были использованы рационально. Причиной этому является главным образом избыток в почве азота и калия.

8. Опыт 1936—1937 гг. показал, что известкованием и внесением высоких доз органических и минеральных удобрений, в сочетании с высокой агротехникой, бесструктурную малоплодородную почву можно на протяжении 2—3 вегетационных периодов переделать в культурную и плодородную почву.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. Г. Найдин. Удобрение в севообороте, „Навоз в севообороте“ вып. I, 1934.
2. И. В. Якушкин. О размещении удобрений в севооборотах под зерновые культуры. „Навоз в севообороте“ вып. 1, 1934.
3. П. А. Власюк. Агротехническая наука в борьбе за повышение урожайности и улучшение качества сахарной свеклы. „Хим. соц. зем.“ № 11, 1937.
4. И. И. Канивец. Травопольные севообороты и плодородие почв в районах свеклосеяния. „Хим. соц. зем.“ № 12, 1937.
5. П. Г. Найдин. Минеральные удобрения на фоне навоза в севооборотах со свеклой. „Хим. соц. зем.“ № 10, 1937.
6. Е. Г. Ляшенко. Севооборот и урожай зерновых. „Хим. соц. зем.“ № 10, 1937.
7. В. С. Денисієвський. Встановлення норм добрив під цукрові буряки. 1937.
8. Н. А. Максимов. Краткий курс физиологии растений. 1935.
9. Н. Низеньков. Закон роста массы и высоты растений или основы нового метода для учета хода развития злаков. Н. А. Ж. № 12. 1928.
10. В. Ф. Турчин. О природе действия удобрений. 1936.
11. М. В. Владимирова. Овес. 1935.
12. В. О. Корниенко. Химия скоро- и позднеспелых овсов. Изд. ХОС-ХОС, 1922.
13. М. Е. Пронин. Химия скоро- и позднеспелости некоторых с. х. растений. Н. А. Ж. № 7—8, 1928.
14. А. Б. Рубашев. Влияние влаги и воздухоемкости на получение устойчивого и высококачественного урожая сахарной свеклы. „Н. З. ВНИС“ № 2, 1937.
15. И. И. Канивец, А. И. Гнатовская, В. Д. Татунько. Роль влаги, питательных веществ и воздухоемкости почв в регулировании поступления азота, фосфора и калия в сахарную свеклу. „Основные выводы научно-исследовательских работ ВНИС за 1936 г.“,
16. Н. Ф. Гельцер, Е. Белякова, З. Чернышева. Роль органического вещества в структурообразовании почв. „Хим. соц. зем.“ № 7, 1937.
17. Н. Ф. Гельцер. Роль органического вещества в структурообразовании почв. „Хим. соц. зем.“ № 8, 1937.
18. Г. М. Меерсон и В. В. Полторацкий. Эффективность удобрений от сопутствующей агротехники. „Хим. соц. зем.“ № 1, 1938.
19. А. Б. Рубашев. Роль высокой агротехники в переделке почв. „Свекл. полев.“ № 1, 1938.
20. В. С. Денисиевский и В. Д. Татунько. К вопросу о распределении удобрений в почве и влияние известкования и структуры почвы на передвижение питательных веществ. „Сборник работ по агропочвоведению, агрохимии и почвенной микробиологии“, ВНИС, 1936.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

М. И. КАНИВЕЦ, М. А. ЛЕБЕДЕВА

НАРАСТАНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ СИСТЕМЫ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

(Из работ Ивановской опытно-селекционной станции)

Вопросы плодородия почв привлекали исследователей и практиков сельского хозяйства уже давно, но лишь только в нашей стране предоставлены все возможности направить плодородие почв к получению высоких устойчивых урожаев.

Учет изменений почвенного плодородия, вызываемых воздействием агротехнических мероприятий (как отдельных, так и в их сочетании), представляет одну из важных задач в исследовании агрономической науки.

Исследованиями по данному вопросу установлено, что в результате воздействия агротехнических мероприятий в почве происходит нарастание подвижных форм фосфора, азота и калия, изменяется состав поглощающего комплекса, нарастает обменный кальций и уменьшается гидролитическая кислотность, создается более прочная структура, повышается воздухоемкость и возрастает эффективность удобрений (1, 2).

Не останавливаясь подробно на литературном обзоре по данному вопросу, перейдем к изложению нашего экспериментального материала, полученного в 1931 и 1935 гг.

Ввиду специфичности подходов и характера полученных материалов, разбор результатов будет произведен по годам. При обработке полученных данных мы должны были также учитывать недостатки ранее составленной программы в части севооборотов и системы удобрений (3).

Все исследования производились на участке специально заложенного в 1928 г. опытного поля на станционном поле и прирезках в одном массиве.

Станционный участок до 1938 г. находился в постоянном севообороте и подвергался своевременной вспашке, обработке; из удобрений на участке вносились навоз и минеральные удобрения, преимущественно фосфорнокислые. На участке прирезок до 1928 г. существовало трехполье с толочным клином, озимью и яровыми, без применения удобрений (как навозного, так и минеральных).

С 1929 г. на станционном участке и на прирезках введены три севооборота: трехпольный без удобрений, четырехпольный с внесением навоза в пару под озимь и девятипольный с двумя травяными (клеверными) клиньями, с внесением фосфорнокислых удобрений после снятия клевера, и с чистым паром, удабриваемым навозом. Чтобы учесть влияние обработки почвы на повышение плодородия, наряду с введением различных севооборотов, на станционном участке и на прирезках были оставлены делянки под залежью.

В почвенном комплексе указанных участков преобладает средне выщелоченный элемент в сочетании с слабо выщелоченным.

Исследования, проводившиеся в 1931 г., были направлены на изучение динамики подвижных питательных веществ и влаги в почве. Проводились они на станционном участке и на прирезках в трехпольном и четырехпольном севооборотах и под залежью.

Наблюдениями установлено, что на станционном участке в пару влажность почвы снижается несколько меньше, чем в пару на прирезках.

Это объясняется, главным образом, большей засоренностью участка прирезок, особенно позднего пара.

Содержание нитратного азота в почве к моменту первого наблюдения, в конце первой декады мая, на разных участках и на отдельных полях было незначительным. К средине июня происходит накопление нитратного азота, но содержание его на разных участках резко отлично; так, количество его на залежи хотя и возрастает, но достигает незначительной величины. К средине июля количество нитратного азота на залежи снижается. Такой характер содержания нитратного азота в почве тесно связан с развитием растительного покрова и снижением процесса нитрификации благодаря резкому снижению влаги в почве (табл. 1).

Таблица 1

Содержание нитратного азота (в миллиграммах на 1 кг абсолютно сухой почвы)

Участок	Клин	Дата наблюдений		
		10/V	16/VI	16/VII
Станционный	Залежь	0,63	2,12	1,49
Прирезок	„	1,25	2,72	0,79
Станционный	Поздний пар	3,79	11,82	16,78
Прирезок	„ „	0,62	2,19	2,70
Станционный	Чистый пар	1,58	12,06	21,12
Прирезок	„ „	2,51	12,27	18,32

В позднем пару наблюдается нарастание содержания нитратного азота в почве, хотя характер нарастания и количественное выражение его на разных участках резко различны. Так, на станционном участке количество нитратного азота резко и непрерывно возрастает, а на участке прирезок хотя и возрастает, но вследствие наличия сорняков мало чем отличается от залежи.

В паровом клину при ранней вспашке и последующей обработке пара, уничтожении сорняков, создании рыхлого верхнего слоя и разрыве капилляров, происходит более медленный расход почвенной влаги. Таким образом, складываются благоприятные водно-воздушные условия для процессов нитрификации, в результате чего содержание нитратного азота непрерывно возрастает, а различия между участками, столь резкие при отсутствии обработки или при примитивной обработке, сглаживаются.

Содержание и характер мобилизации воднорастворимой фосфорной кислоты стоит в зависимости от различия между участками, вызванного, главным образом, обработкой и удобрениями. Так, на станционном участке количество воднорастворимой фосфорной кислоты в первые сроки наблюдений возрастает в удабриваемом навозом раннем пару; меньше всего воднорастворимой фосфорной кислоты в почве на залежи, а больше в пару (табл. 2).

Таблица 2

Содержание воднорастворимой фосфорной кислоты (в миллиграммах на 100 г абсолютно сухой почвы)

Участок	Клин	Дата наблюдений		
		10/V	16/VI	16/VII
Станционный	Залежь	0,2	1,0	1,4
Прирезок	„	0,2	1,0	0,4
Станционный	Поздний пар	0,8	1,1	1,5
Прирезок	„ „	0,2	0,3	0,3
Станционный	Ранний пар	1,0	2,0	2,2
Прирезок	„ „	0,7	0,7	0,4

В дальнейшем происходит нарастание фосфорной кислоты, но содержание ее в пару заметно выше. На почвах прирезок содержание водорастворимой фосфорной кислоты в пару также выше. Дальнейшего увеличения содержания ее в почве не происходит. Столь различный характер мобилизации фосфорной кислоты в почве на разных участках следует объяснить состоянием и формами ее соединений (1, 4).

Затем на тех же участках были проведены исследования над динамикой подвижных питательных веществ и влаги в почве под злаками. Исследования проводились в полях, занятых однородными культурами,— в яровом и озимых клиньях в трехпольном и четырехпольном севооборотах.

Влажность почвы на исследуемых участках как под озимью, так и под яровыми в первое время вегетации (весной) была близкой или равной; при этом намечалась лишь тенденция к уменьшению содержания влаги на почвах прирезок (табл. 3).

Таблица 3

Влажность почвы (в процентах на абсолютно сухую почву)

Севообороты	Участок	Культура	Дата наблюдений		
			10/V	16/VI	16/VII
Трехполье	Станционный . .	Озимая пшеница	20,36	11,49	10,11
„	Прирезок	„ „	19,44	10,66	9,52
„	Станционный . .	Овес	20,71	10,72	9,71
„	Прирезок	„	20,21	10,09	9,98
Четырехполье	Станционный . .	Озимая пшеница	20,85	17,05	9,10
„	Прирезок	„ „	19,72	17,60	10,24
„	Станционный . .	Овес	20,17	16,09	9,29
„	Прирезок	„	19,59	16,06	10,07

По мере развития травостоя, влажность почвы резко снижается, оставаясь несколько ниже под яровыми, интенсивно развивающими вегетативную массу ко времени цветения. При этом со всей наглядностью выступают различия между системами обработок и севооборотами.

Как показали исследования, влажность почвы в полях четырехпольного севооборота выше. Подобное отличие должно быть отнесено за счет очистки полей от сорной растительности.

К средине июля, т. е. в момент уборки хлебов, влажность почвы на всех полях выравнивается.

Различия в содержании нитратного азота в почве, занятой различными культурами, проявились лишь в начале вегетации, при этом витратов было больше в почве под овсом в четырехпольном севообороте в условиях более высокой агротехники.

Во время вегетации наблюдается однообразное снижение содержания нитратного азота на всех участках и под обеими культурами.

Содержание воднорастворимой фосфорной кислоты выше на почвах станционных участков (табл. 4).

В результате своевременной обработки и внесения навозного удобрения в пару под озимь количество воднорастворимой фосфорной кислоты в почве поля четырехпольного севооборота заметно возрастает. Количественные различия в содержании воднорастворимой фосфорной кислоты на различных участках остаются: на станционном участке содержание ее выше.

Таким образом, под озимыми и яровыми культурами к моменту выхода в трубку и цветения влажность, содержание нитратного азота и фосфорной кислоты выше в почве четырехпольного севооборота. Это в равной степени относится как к станционному участку, так и к прирезкам.

Таблица 4

Содержание воднорастворимой фосфорной кислоты (в миллиграммах на 100 г абсолютно сухой почвы)

Севооборот	Участок	Культура	Дата наблюдений		
			10/V	16/VI	16/VII
Трехполье	Станционный . .	Озимая пшеница	0,7	0,7	0,9
„	Прирезок	„ „	0,2	0,3	0,3
„	Станционный . .	Овес	0,3	0,7	0,4
„	Прирезок	„	0,2	0,3	0,3
Четырехполье	Станционный . .	Озимая пшеница	1,7	1,9	1,4
„	Прирезок	„ „	0,3	0,7	0,3
„	Станционный . .	Овес	1,0	1,9	1,6
„	Прирезок	„	0,7	0,6	0,3

Характер содержания подвижных питательных веществ и влаги в почве находится в зависимости от периода развития растения; так, влажность ко времени выхода злаков в трубку имеет тенденцию к понижению под яровыми.

Содержание нитратного азота весной, ко времени интенсивного кущения яровых, ниже в почве под озимыми вследствие поступления его в растения в период осеннего развития озимых.

При изучении динамики воднорастворимой фосфорной кислоты отмечался уже значительный сдвиг в сторону повышения ее содержания в полях четырехпольного севооборота в пару и под озимыми и яровыми культурами. Тем не менее, благодаря переходу в водную вытяжку лишь незначительной части фосфорной кислоты, доступной к усвоению растениями, такой путь исследований не дает полной ясности в этом вопросе. Более наглядно состояние фосфатов в зависимости от окультуренности почв вскрывается методом кривых растворимости; к тому же это дает возможность судить о буферной способности почвы и изменениях в подвижности фосфорной кислоты при повышенной кислотности растворителя.

Из сравнения данных о буферной способности и растворимости фосфорной кислоты в почве в пределах каждого участка, но с различной агротехникой, видно, что наиболее высокая буферная способность почвы была на станционном участке в раннем чистом и удабриваемом навозом пару в слабокислом интервале 2 куб. см 0,1 *n* HCl, а самая низкая—в почве залежи (табл. 5).

Таблица 5

Данные о титровании растворимости фосфорной кислоты (в миллиграммах на 1 кг почвы)

Участок	Клин	Количество кубиков 0,1 *n* HCl											
		0		2		6		10		18		30	
		pH	P_2O_5	pH	P_2O_5	pH	P_2O_5	pH	P_2O_5	pH	P_2O_5	pH	P_2O_5
Станционный	1. Ранний пар .	6,6	10,7	6,4	10,7	4,9	16,0	4,8	26,8	3,6	42,8	2,9	85,6
	2. Поздний пар	6,5	5,4	6,2	8,0	5,7	8,0	4,8	18,8	3,5	45,8	2,86	88,8
	3. Залежь . . .	6,1	5,4	5,7	5,4	5,0	10,4	4,6	18,8	—	—	2,8	75,1
Прирезок	1. Ранний пар .	6,4	4,0	5,8	8,0	4,8	8,0	4,0	10,7	3,6	48,0	2,8	74,8
	2. Поздний пар	6,0	2,7	5,8	4,0	4,5	5,4	3,6	8,0	3,2	42,9	2,8	53,6
	3. Залежь . . .	6,1	5,4	5,6	5,4	4,6	10,7	4,5	13,4	—	—	2,6	64,2

Растворимость фосфорной кислоты выше в почве удабриваемого навозом раннего пара (при pH—4,8); с этого момента количество растворимой фосфорной кислоты в почвах под обоими парами является близким. В интервале сильнокислой реакции при pH—3—2,8 растворимость фосфорной кислоты в почве под залежью ниже; до этой реакции она была равной или близкой, по сравнению с почвой под неудобренным поздним паром.

Таким образом, отсутствие удобрений на участке обусловило резкое снижение растворимости фосфорной кислоты в почве и изменение буферных свойств ее в интервале кислой реакции. При этом, изменение буферной способности меньше изменений растворимости фосфорной кислоты.

Высокая подвижность фосфорной кислоты в почве наблюдается в раннем удабриваемом пару четырехпольного севооборота во всех интервалах pH и в сильнокислом интервале в почве под поздним паром на станционном участке.

Данные о растворимости фосфатов также дают возможность установить, что в почве под парами на прирезках количество фосфорной кислоты в 10,7 мг имелось только при pH 4,0, в то время как на станционном участке в пару это количество фосфорной кислоты находим при pH 6,4. Еще более рельефно выражена разница в подвижности фосфорной кислоты в сильнокислом интервале.

В почве под залежью на обоих участках буферная способность и растворимость фосфорной кислоты равны.

О различной подвижности фосфорной кислоты в почвах с разной степенью окультуренности можно судить и по данным сернокислой вытяжки по Труогу (табл. 6).

Таблица 6

Содержание фосфорной кислоты (в миллиграммах на 100 г абсолютно сухой почвы) (по Труогу)

Участок	Залежь	Трехполье		Четырехполье		
		Поздний пар	Озимые	Пар	Озимь	Яровые
Станционный	5,3	4,5	6,0	6,4	10,6	14,1
Прирезок	2,4	2,9	2,2	4,3	5,0	5,4

По этим данным, содержание фосфорной кислоты в почве станционного участка также выше.

Применение лимонной кислоты по методу Арренiуса, как более активного растворителя, еще ярче оттеняет различие в подвижности фосфорной кислоты (табл. 7).

Таблица 7

Содержание фосфорной кислоты (в миллиграммах на 100 г абсолютно сухой почвы) (по Арренiусу)

Участок	Залежь	Трехполье		Четырехполье		
		Поздний пар	Озимые	Пар	Озимые	Яровые
Станционный	11,2	4,1	12,0	13,1	15,0	15,0
Прирезок	3,6	3,4	3,7	4,1	5,2	4,3

Здесь, как и в предыдущем случае, подвижность фосфорной кислоты также выше на станционном участке. Одновременно эти данные показы-

вают, что улучшение агротехники на почве участка прирезок ведет к значительному увеличению содержания подвижной фосфорной кислоты.

Кроме учета подвижности фосфорной кислоты химическими методами, в наших исследованиях был применен также микробиологический метод определения доступной растениям фосфорной кислоты (при помощи азотобактера на почвенных пластинках).

Таблица 8

Количество колоний азотобактера на почвенных пластинках

Участок	Без удобрений	С внесением фосфора
Станционный	51,4	5770
Прирезок	31,2	5520

Развитие азотобактера при добавлении фосфорной кислоты повышается, но значительно более резкая разница в количестве колоний азотобактера проявляется на почве участка прирезок.

Отзывчивость азотобактера на вносимую фосфорную кислоту в почвах станционного участка и участка прирезок различна, судя по интенсивности развития его при различных дозах вносимой фосфорной кислоты (табл. 9).

Таблица 9

Количество колоний азотобактера на почвенных пластинках

Участок	На 100 г почвы внесено фосфорной кислоты (в миллиграммах)					
	0	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0
Станционный .	3630	4130	4220	4310	4200	4190
Прирезок . . .	1390	1700	2530	3080	4500	4710

Из приведенных данных видно также, что увеличение количества фосфорной кислоты в почвах участка прирезок вызывает увеличение интенсивности развития азотобактера, в то время как на почве станционного участка достаточной дозой является внесение на 100 г почвы 0,2 мг фосфорной кислоты.

Таким образом, на основании исследований подвижности фосфорной кислоты применяемыми методами, установлено, что более высокой подвижностью фосфорной кислоты обладают почвы, где была высокая агротехника, т. е. почвы станционного участка.

Исследованиями 1935 г. охвачены два поля (1 и 5) бывшего девятипольного севооборота и залежи, расположенные на участках станционном и прирезок. При этом изучались, главным образом, физические свойства почв и состав почвенной микрофлоры.

Под залежью участки находились в продолжение четырех лет. Залежные участки не удабривались.

Поле 1 вошло в севооборот в 1929 г. с пара, удабриваемого навозом, затем следовали озимая пшеница (1930 г.), сахарная свекла, удабриваемая в рядки суперфосфатом (1931 г.) и яровые (1932 г.). Поле 5 вошло в севооборот в 1929 г. с клевера; в последующие годы выращивались культуры: 2 года клевер (1929 и 1930 гг.) с внесением суперфосфата под озимые, озимая пшеница (1931 г.) и сахарная свекла, удабриваемая в рядки суперфосфатом (1932 г.).

Все опытное поле в 1932 г. было вспахано и засеяно озимой рожью; затем следовали чистый пар (1934 г.), с внесением 36 т/га навоза под озимые, и озимая пшеница (1935 г.).

Наложение единого фона с 1933 г. до некоторой степени нивеллировало создавшиеся различия, тем не менее свойства почвы, приобретенные под влиянием навозного удобрения, мягкой дернины и четырехлетнего пребывания под залежью, остались те же, хотя и с меньшей выраженностью.

В действительности, как показали наблюдения, долголетняя культура на почвах станционных участков в севообороте без трав сказалась на уплотнении верхнего (0—10 см) слоя почвы, что видно из данных объемного веса почвы и характера скважности (табл. 10).

Таблица 10

Объемный вес, общая и капиллярная скважность и воздухоемкость почвы (горизонт 0—10 см)

Поле	Участок	Объемный вес (в граммах на 100 куб. см)	Общая скважность	Капиллярная скважность	Воздухоемкость
			(в процентах к объему почвы)		
Залежь	Станционный	131,0	49,7	38,1	11,6
»	Прирезок	111,5	54,4	36,0	18,4
1	Станционный	100,4	61,3	36,4	24,9
5	Прирезок	103,5	60,2	35,4	24,8
Вне севооборота	Станционный	122,7	52,7	41,1	11,6

Почва на участке прирезок, находившемся под залежью, также уплотнена сильнее, чем почва, подвергавшаяся обработке и удобрению навозом с наличием в севообороте мягкой дернины (поле 5).

В полном соответствии с этим находится общая скважность почвы, увеличивающаяся на полях с мягкой дерниной.

В слое ении горизонта 10—20 см различия в объемном весе выражены менее отчетливо.

Общая и капиллярная скважность в этом горизонте также мало различается, причем в обрабатываемой почве наблюдается повышение общей скважности, в соответствии с чем и капиллярная скважность здесь несколько выше (табл. 11).

Таблица 11

Объемный вес, общая и капиллярная скважность и воздухоемкость почвы (горизонт 10—20 см)

Поле	Участок	Объемный вес (в граммах на 100 куб. см)	Общая скважность	Капиллярная скважность	Воздухоемкость
			(в процентах к объему почвы)		
Залежь	Станционный	128,2	50,7	35,0	14,7
»	Прирезок	125,6	51,7	39,6	11,1
1	Прирезок	118,3	54,6	40,1	14,5
5	Прирезок	124,0	52,4	38,0	14,4
Вне севооборота	Станционный	130,7	54,7	41,3	13,4

Повышенным объемным весом в горизонте 30—40 см выделяется лишь почва залежи. Что же касается общей скважности, то в этом отношении наблюдаются незначительные колебания с некоторой тенденцией к снижению на станционном участке (табл. 12).

Таблица 12

Объемный вес, общая и капиллярная скважность и воздухоемкость почвы (горизонт 30—40 см)

Поле	Участок	Объемный вес (в граммах на 100 куб. см)	Общая скважность	Капиллярная скважность	Воздухоемкость
			(в процентах к объему почвы)		
Залежь	Станционный	124,4	52,2	36,8	15,4
„	Прирезок	124,1	54,6	39,5	15,1
1	Прирезок	117,4	54,9	37,0	17,9
5	Прирезок	118,1	54,5	33,9	20,6
Вне севооборота	Станционный	119,7	52,4	39,1	13,3

Сравнение данных капиллярной скважности и воздухоемкости, приведенных в табл. 11 и 12, указывает на наличие „подошвы“ на полях 1 и 5.

Общим выводом из этих данных является то, что воздухоемкость почвы, удабриваемой навозом и с мягкой клеверной дерниной, заметно возрастает, причем это возрастание более выражено по мягкой клеверной дернине (поле 5).

На почве же внесевооборотного участка наблюдается ухудшение физических свойств почвы в связи с отсутствием в севообороте трав.

Помимо сложения почвы, весьма существенным фактором плодородия почвы, ее физических свойств является структура почв, водоустойчивость структурных отдельностей. Поэтому весьма важным является выяснение действия агротехнических приемов на структурообразование и ее прочность (табл. 13).

Таблица 13

Состояние структуры и агрегатов (горизонт 0—10 см)

Поле	Участок	Структурные отдельности в процентах (фракции в миллиметрах)					Агрегаты в процентах (фракции в миллиметрах)				Коэфициент структурности
		> 10	10—7	3—1	1—0,25	Сумма	> 3	3—1	1—0,25	< 0,25	
Залежь	Станционный	8,60	25,38	19,1	41,6	94,7	0,89	2,42	10,75	31,5	0,45
„	Прирезок	4,95	16,5	16,8	47,0	85,2	1,8	1,16	4,40	14,1	0,21
1	„	2,55	15,6	19,4	58,1	95,7	—	—	—	—	—
5	„	4,30	17,8	25,0	48,8	96,0	—	0,25	9,70	11,0	0,21
Вне севооборота	Станционный	3,10	19,9	20,1	45,9	89,1	—	0,41	1,05	8,9	0,11

Как показывают данные структурного анализа, почва станционного участка имеет более высокое содержание фракций размера 1—10 мм.

Положительное влияние мягкой клеверной дернины на структурообразование весьма ясно выражено.

Влияние навоза, вносимого в пару, сказалось в увеличении суммы структурных отдельностей.

Прочность структуры, определяемая по водоустойчивости структурных отдельностей, указывает на более высокую прочность структурных отдельностей почвы под залежью и на поле с мягкой клеверной дерниной (обладающих более высоким коэфициентом структурности). Почвы же полей вне севооборота обладают структурными отдельностями, легко разрушаемыми действием воды.

Как показывает структурный анализ почв горизонта 30—40 см, среди отдельных фракций почв залежи преобладают крупнокомковатые отдельности (табл. 14).

Таблица 14

Состояние структуры и агрегатов (горизонт 30—40 см)

Поле	Участок	Структурные отдельности в процентах (фракции в миллиметрах)					Агрегаты в процентах (фракции в миллиметрах)				Коэфициент структурности
		> 10	10—7	3—1	1—0,25	Сумма	> 3	3—1	1—0,25	< 0,25	
Залежь	Станционный . .	5,6	23,5	29,8	34,5	93,5	0,25	2,70	38,3	9,85	0,51
„	Прирезок .	5,3	24,5	28,0	34,3	92,2	—	0,28	23,0	11,3	0,34
1	„	5,1	9,9	29,3	45,3	89,6	—	—	13,8	15,2	0,29
5	„	3,2	19,9	29,1	39,7	92,7	—	0,40	21,1	15,2	0,36
Вне севооборота	Станционный . .	7,5	19,8	24,8	38,4	90,3	—	0,15	5,5	12,9	0,18

Прочность структурных отдельностей в этом горизонте имеет тот же характер, что и в горизонте 0—10 см, но здесь они обладают более высокой устойчивостью против размывающего действия воды. Интенсивная обработка почвы на участке вне севооборота и на участке в севообороте без трав приводит к снижению водоустойчивости структурных отдельностей также и в горизонте 30—40 см, что можно объяснить более интенсивным распадом цементирующих веществ почвенной структуры.

Так как исследуемые почвы в значительной своей части характеризуются пониженным коэфициентом структурности, то необходимо срочно предпринять меры к повышению прочности структуры, а именно: ввести в севооборот травы и в соответствии с кислотностью почвы внести дефекационную грязь. Это в значительной степени повысит плодородие почвы.

Исследование подвижности питательных веществ в почве произведено нами при естественном (для нитратного азота и поглощенного аммиака) и воздушно-сухом (для легкоподвижной фосфорной кислоты, гидролитической кислотности и солевого pH) состоянии почвы в сроки взятия образцов для физического и микробиологического анализов (табл. 15).

Содержание поглощенного аммиака и нитратного азота в ежегодно обрабатываемой почве значительно выше содержания их в почве залежи. Содержание аммиака в поглощенном состоянии всюду выше на почве станционного участка. Это сохранилось и в почве залежи.

Таблица 15

Содержание аммиачного и нитратного азота и фосфорной кислоты по залежи

Поле	Участок	Поглощенный аммиак в миллиграммах на 100 г абсолютно сухой почвы		Нитратный азот в миллиграммах на 1 кг абсолютно сухой почвы		Легкоподвижная фосфорная кислота по Труогу в миллиграммах на 100 г		pH		Гидролитическая кислотность в миллиэквивалентах
		0—25 см	25—40 см	0—25 см	25—40 см	0—25 см	25—40 см	0—25 см	25—40 см	0—25 см
Залежь	Станционный	1,31	0,34	3,58	2,08	10	7,0	6,5	6,4	1,23
„	Прирезок	0,34	0,29	2,17	0,98	6	6,0	5,9	6,2	3,16
1	Станционный	16,06	12,99	19,31	4,10	12	8,0	6,5	6,7	1,05
„	Прирезок	7,16	5,25	8,27	6,04	9,5	7,5	5,9	6,1	2,76
5	Станционный	12,88	5,30	40,99	4,27	12,0	7,0	6,7	6,5	1,0
„	Прирезок	7,64	5,29	21,91	6,99	8,5	7,2	5,9	6,0	2,94

Нитрификационная способность почвы в естественных условиях на станционном участке находится в зависимости от наличия аммиачного азота в почве, иначе говоря, количество нитратного азота в почве возрастает с увеличением содержания в ней аммиака; на содержании нитратов резко сказалось наличие в севообороте клевера в течение двух лет.

Обращает на себя внимание увеличение содержания фосфорной кислоты в почве на участке прирезок, подвергавшейся культурной обработке с внесением удобрений. Содержание легкоподвижной фосфорной кислоты на почве этого участка, по сравнению с почвой залежи в полях, удабриваемых навозом и имевших в продолжение двух лет клевер, увеличивается на 2,5—3,5 мг на 100 г почвы в пахотном горизонте. Имеет место также увеличение количества легкоподвижной фосфорной кислоты и в подпахотном горизонте, при этом содержание ее в подпахотном горизонте на станционном участке и на участке прирезок выравнивается.

Реакция почвы и гидролитическая кислотность указывает на существующие различия между почвами станционного участка и участка прирезок. Отчетливо эти различия проявляются в резком повышении гидролитической кислотности в пахотном горизонте почв участка прирезок.

В результате воздействия системы агротехнических мероприятий, введения севооборота, с паром, удабриваемым навозом, заметно усиливается процесс аммонификации и нитрификации; еще более усиливается накопление нитратного азота в почве при введении в севооборот бобовых трав (клевера), что находится в связи с обогащением почвы азотом азотособирателями бобовых растений. При этом оба процесса (аммонификация и нитрификация) в более сильной степени выражены на станционном участке, почва которого обладает нейтральной реакцией и более высоким насыщением основаниями поглощающего комплекса. Под влиянием навозного удобрения происходит заметное увеличение содержания подвижной фосфорной кислоты как в пахотном, так и в подпахотном горизонте.

Увеличение содержания легкоподвижной фосфорной кислоты наблюдается также и в почве, которая была занята в течение двух лет клевером, что, повидимому, связано с разложением корневых остатков бобовых и обогащением почвы органическими веществами.

Вследствие отсутствия обработки почвы на станционном участке, который был под залежью, и связанного с этим ухудшения процессов раз-

ложения органического вещества почвы, содержание легкоподвижной фосфорной кислоты здесь снижается.

Как можно судить на основании значения солевого pH и состояния гидролитической кислотности, почвы участков прирезок нуждаются в известковании. Это подтверждается и слабой устойчивостью структурных отдельностей к разрушению водой.

Особенно заметно вырисовываются различия между участками разной степени окультуренности по данным микробиологического анализа (табл. 16).

Таблица 16

Общее количество бактерий в миллионах на 1 га абсолютно сухой почвы

Горизонт	Залежь		Поле 1		Поле 5	
	Участки					
	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок
0—25 см . .	12,98	9,12	11,78	17,7	14,28	10,93
5—40 „ . .	4,24	5,2	8,14	5,38	5,73	4,91

В почве залежи станционного участка в пахотном слое общее количество бактерий значительно выше.

Почвы станционных участков, имея большую насыщенность кальцием более прочную структуру, труднее поддающиеся разрушению водой структурные отдельности, меньшую гидролитическую кислотность, тем самым представляют лучшие условия для жизнедеятельности микроорганизмов.

В менее аэрируемом подпахотном слое, равно как и по залежи, количество бактерий понижено, при этом в почве станционных участков закономерно повышается количество бактерий в подпахотном слое.

Одним из моментов, определяющих почвенное плодородие, является минерализация азотного фонда—аммонификация, т. е. процесс разложения белковых веществ и близких к ним соединений, перевод органического азота в минеральный, доступный к усвоению растениями. Протеины под влиянием микробов превращаются в пептоны и аминокислоты, от которых путем дезаммонизации отделяется аммиак, по количеству которого и определяется деятельность аммонификаторов (табл. 17).

Таблица 17

Количество аммонификаторов на 1 га абсолютно сухой почвы

Горизонт	Залежь		Поле 1	Поле 5
	Участки			
	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок
0—25 см	0,75	0,40	250	7,5
25—40 „	0,25	0,25	30	13,0

Как видно из приведенных данных, обработка почв ведет к увеличению аммонификаторов. При этом, как правило, большое количество аммонификаторов наблюдается в пахотном слое, что указывает на аэробный процесс разложения белкового вещества.

В прямой зависимости от количества аммонификаторов в почве находится и содержание поглощенного аммиака в почве, на что указывает количество его, определяемое в сроки взятия образцов в почве для микробиологического исследования.

На улучшение азотного баланса с окультуриванием почв указывают и данные о состоянии азотофиксирующих бактерий(табл. 18). Это и понятно, так как одним из условий существования их является достаточное количество углеродистых соединений, распад или окисление которых дает необходимую энергию для развития азотобактера.

Таблица 18

Количество колоний азотобактера на 100 комочков почвы (в процентах)

Горизонт	Залежь		Поле 1		Поле 5	
	Участки					
	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок
0—25 см . . .	41	17	61	8	41	38
25—40 „ . . .	27	49	52	32	15	39

Наибольшее количество колоний азотобактера находим в почве, дважды в течение 7 лет удобренной навозом (поле 1).

В пахотном горизонте почвы станционных участков количество азотобактера больше, чем в подпахотном горизонте; на участках прирезок наблюдается обратное явление, что объясняется насыщением почв основаниями, менее кислой реакцией почвы станционных участков; последнее подтверждается состоянием pH и гидролитической кислотностью почвы, которые на станционных участках нивеллируются различиями между горизонтами; увеличивается количество бактерий в подпахотном горизонте обрабатываемых и удабриваемых навозом почв.

Почвы участка прирезок, с вхождением в севооборот клевера, резко выделяются равномерным распределением азотобактера в пахотном и подпахотном горизонтах (поле 5).

Интенсивность развития азотобактера на исследуемых участках не одинакова; в то время как в почве станционных участков колонии азотобактера уже развиваются на пятый день, в почве участка прирезок к этому времени отмечаются лишь слабо розвивающиеся колонии.

Одновременно с интенсивной нитрификацией в почве проходит и обратный процесс—поступление нитратного азота вследствие усвоения его растениями, перевода в бактериальный белок, вымывания в более глубокие слои, а также потери в результате процесса денитрификации, т. е. восстановление нитратного азота до свободного элементарного (что очень нежелательно) и до нитратного и в аммиак (последнее является менее опасным).

Для определения процессов денитрификации мы применяли среду Bajerink'a, простерилизованную при $^3/_4$ атмосферы с качественным определением аммиака при помощи реактива Несслера (табл. 19).

Таблица 19

Количество денитрификаторов на 1 га абсолютно сухой почвы

Горизонт	Залежь		Поле 1		Поле 5	
	Участки					
	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок
0—25 см . . .	25000	9500	75000	75000	25000	6000
25—40 „ . . .	1300	2500	9500	3000	1300	2000

Судя по полученным данным, наибольшее количество денитрификаторов обнаружено в почве поля, входящего в севооборот и удабриваемого навозом, который, как известно, стимулирует рост денитрификаторов. Последнее подтверждается также работами многих опытных станций (5).

Однако было бы неверным говорить в данном случае только о восстановлении нитратного азота до элементарного азота, ибо, учитывая данные содержания нитратов в почве (определяемых химическим путем) и общее содержание бактерий (а равно и грибов в почве), нельзя не признать, что в действительности потери азота значительно ниже. Ослабление денитрификации в почвах достигается также усилением аэрации (6).

Развитие бактерий, разрушающих целлюлозу в почве, оказалось наиболее интенсивным в почве, которая на протяжении двух лет была занята клевером. При этом на почвах прирезок происходит интенсивное увеличение этого вида бактерий при более равномерном распределении их по горизонтам (табл. 20).

Таблица 20

Количество колоний, разрушающих целлюлозу, на 100 комочков почвы
(в процентах)

Горизонт	Залежь		Поле 1		Поле 5	
	Участки					
	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок
0—25 см . . .	18	49	20	24	75	44
25—40 „ . . .	46	44	45	16	17	35

Различия между залежью станционного участка и участка прирезок также нивеллируются, при этом в пахотном горизонте содержится невысокий процент бактерий и, наоборот, значительно выше содержание их в подпахотном горизонте, что объясняется развитием корневой системы трав залежи, на корневых остатках которых развиваются бактерии и в более глубоких слоях.

Влияние бобовых в севообороте сказывается в увеличении способности почвы к накоплению органического вещества (гумуса), увеличении количества бактерий, разрушающих целлюлозу, при сравнительно небольшом содержании денитрифицирующих бактерий и общем улучшении микробиологических свойств.

Как известно, одним из моментов, характеризующих плодородие почв, является каталитическое действие почвы, ее способность продуцировать кислород из перекиси водорода (7).

Каталитическое действие исследуемых нами почв было определено по следующей методике: к навеске в 1 г почвы (в пересчете на абсолютно сухую) добавлялось 12,5 куб. см 3% H_2O_2 и учитывалось количество кислорода, выделившегося за два часа взаимодействия перекиси с почвой.

Для выяснения роли биологического ферментативного фактора почвы в разложении перекиси водорода, почва полчаса стерилизовалась при давлении в 1 атмосферу.

В прямой зависимости от изменений в почве под влиянием системы агротехнических мероприятий находится каталитическое действие почвы (табл. 21).

Таблица 21

Количество выделившегося кислорода (в кубических сантиметрах)

Горизонт	Залежь		Поле 1	
	Участки			
	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок
0—25 см	42,56	34,57	72 6	56,7
25—40 „	50,47	35,72	99,85	98,76

Как оказалось, в почве залежи перекись разлагалась значительно слабее, чем в почве, ежегодно обрабатываемой и удабриваемой навозом.

Подпахотный слой характеризуется несколько повышенным каталитическим действием в почвах залежи и более интенсивным в почвах, обрабатываемых и удабриваемых (очевидно, в связи с более высоким содержанием железа, марганца и алюминия в подпахатном слое).

Ежегодная обработка почвы с применением удобрений ведет к быстрому усилению каталитического действия почвы, о чем свидетельствует ее величина в почве участков, находившихся в севообороте 7 лет.

Почва на участке прирезок, оставленная под залежь, значительно уступает в каталитическом действии почве залежи станционного участка. Это различие в известной мере сохраняется в пахотном горизонте и почвы участка прирезок, удабриваемой навозом. Ферментативная часть разложения перекиси составляет, примерно, половину каталитического действия почвы на обрабатываемых и удабриваемых почвах, в то время как в почве залежи всего лишь около $^1/_4$ (табл. 22).

Таблица 22

Количество выделившегося кислорода (в кубических сантиметрах) [1]

Горизонт	Залежь		Поле 1	
	Участки			
	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок
0—25 см	35	20	37	22
25—40 „	—	25	52	42

Отсутствие обработки почвы ухудшает условия жизнедеятельности бактерий, а вместе с тем и каталитического действия почвы.

Интенсивность разложения в первые 15 минут взаимодействия почвы с перекисью водорода была различна для разных участков. В почвах участков, находившихся под залежью, перекись водорода разлагалась слабее. Несколько повышенной интенсивностью отличаются почвы станционного участка и, особенно, почвы поля, удабриваемого навозом, при этом разложение идет более быстро в верхних слоях: в первые 15 минут выделение перекиси составляет уже половину продуцируемого кислорода в продолжение двух часов (табл. 23).

Таблица 23

Количество выделившегося кислорода в первые 15 минут (в кубических сантиметрах)

Горизонт	Залежь		Поле 1	
	Участки			
	Станционный	Прирезок	Станционный	Прирезок
0—25 см	22,7	19,7	85,5	32,4
25—40 „	22,3	14,4	40,0	32,3

[1] Почва стерильная.

В результате этих исследований приходим к заключению, что под влиянием системы агротехнических мероприятий нарастает каталитическое действие почвы, иначе говоря, в обрабатываемой и удабриваемой органическими удобрениями почве ферментативные процессы выражены в более сильной степени.

Наконец, необходимо рассмотреть данные об урожае на различных участках и по различным системам агротехнических мероприятий (табл. 24).

Таблица 24

Урожай озимой пшеницы (в ц/га)

Участок	Зерно				Солома			
	1930 г.		1931 г.		1930 г.		1931 г.	
	Урожай	Прибавка	Урожай	Прибавка	Урожай	Прибавка	Урожай	Прибавка
Станционный . . .	24,5	11,6	30,4	10,9	59,6	21,2	59,4	28,8
Прирезок .	12,9	—	19,5	—	38,4	—	30,6	—

Таким образом, в условиях одного и того же пара урожай озимой пшеницы значительно выше на почве станционных участков.

То же наблюдается и по овсу: как и по озимой пшенице, урожай овса на станционном участке выше (табл. 25).

Таблица 25

Урожай овса (в ц/га)

Участок	Год	Предшественник	Зерно		Солома	
			Урожай	Прибавка	Урожай	Прибавка
Станционный . .	1930	Пар	32,8	8,9	48,5	21,8
Прирезок	„	„	23,8	—	26,7	—
Станционный . .	1931	Озимая пшеница	16,3	4,9	24,6	7,2
Прирезок	„	„ „	11,4	—	17,4	—
Станционный . .	„	Свекла	15,7	3,4	26,6	9,9
Прирезок	„	„	12,3	—	16,7	—

Повышение урожаев на полях прирезок под влиянием удобрений характеризуется следующими данными за 1931 г. (табл. 26).

Таблица 26

Урожай озимой пшеницы по удобренному пару (в ц/га)

Участок	Удобрение (в кг/га)			Зерно		Солома	
	P_2O_5	N	K_2O	Урожай	Прибавка	Урожай	Прибавка
Станционный . .		Навоз		36,8	13,1	74,3	37,6
Прирезок		„		37,3	13,6	78,9	42,2
„	30	20	20	34,0	10,3	59,1	32,4
„	90	60	60	36,0	12,7	71,2	34,5
„	90	60	—	36,9	13,2	70,7	34,0
„	90	—	—	37,0	13,3	95,7	59,0
„	—	60	—	21,2	—2,5	102,4	65,7
„	—	0	—	23,7	—	36,7	—

Специфической особенностью вносимого отдельно азота является резкое повышение урожая соломы и снижение урожая зерна, т. е. влияние его, при недостаточном содержании в почве усвояемого фосфора, односторонне сказывается на развитии вегетативной массы.

В условиях опыта 1931 г. эффективность внесения отдельно фосфорнокислых удобрений, а также в парной комбинации с азотнокислыми удобрениями и в полном удобрении, выражалась в различном повышении урожая зерна и соломы озимой пшеницы.

Урожаи на полях прирезок, где вносились фосфорнокислые удобрения и навоз, равны урожаям, полученным на станционном участке по навозу.

На основании данных полевого опыта и лабораторных исследований представляется возможным высказать следующие замечания:

1. При улучшении обработки почвы и удалении с поля сорной растительности улучшается водный режим почвы, усиливаются процессы мобилизации питательных веществ, микробиологической деятельности почвенной микрофлоры и биохимических свойств в почве, заметным образом повышается продуктивность почв.

2. Применение навозного удобрения в условиях высокой агротехники повышает урожай зерновых культур, выравнивая участки с различной продуктивностью в прошлом.

3. В ходе окультирования почв:

а) улучшаются физические свойства, а именно: почва становится менее уплотненной, нарастает скважность и воздухоемкость, повышается структурность почв и устойчивость их к механическому разрушению и размыванию водой, уменьшается распыленность верхнего интенсивно обрабатываемого слоя;

б) изменяются химические свойства, возрастает подвижность фосфорной кислоты, содержание подвижных форм нитратного и аммиачного азота;

в) изменяется состав почвенной микрофлоры, нарастает количество бактерий, разрушающих клетчатку, аммонифицирующих органический азот в минеральные формы и фиксирующих свободный азот воздуха при высокой аммонифицирующей и нитрифицирующей способности.

4. Нарастание элементов почвенного плодородия протекает не только в обрабатываемом пахотном слое, но и в подпахотном корнеобитаемом слое; создается более мощный слой почвы непосредственного использования естественного плодородия почвы растениями.

5. В неразрывной связи с повышением элементов плодородия почвы находится продуктивность культур в севообороте. На почвах, которые в прошлом сильно „выпаханы", с применением высокой агротехники урожаи в короткий срок резко повышаются.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Товарницкий и А. Е. Максимович. К изучению чернозема различного культурного состояния. „Труды Ивановской опытной станции", в. VIII, 1930 г.
2. И. И. Канивец и А. И. Гнатовская. О степени и видах окультуривания. „Сборник работ по агропочвоведению, агрохимии и почвенной микробиологии", ВНИС, 1936 г.
3. В. И. Товарницкий. Программа опыта применительно к изучению почв различной интенсификации, „Бюллетень Ивановской станции" № 6, 1928 г.
4. А. Ф. Тюлин. О характеристике почвенных коллоидов. „Свекловичное полеводство" № 11, 1936 г.
5. „Труды Ивановской сельскохозяйственной опытной станции", вып. 5, 1911 г.
6. Д. Е. Рессель. Почвенные условия и питание растений, 1931 г.
7. И. И. Канивец и Н. П. Корнеева. Каталитическое действие почвы, „Сборник работ по агропочвоведению, агрохимии и почвенной микробиологии", ВНИС, 1936 г.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

Т. Д. ПРИХОДКИНА

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ПЛОДОВИТОСТЬ БАБОЧЕК ОЗИМОЙ СОВКИ

(Лаборатория энтомологии ВНИС)

Озимая совка принадлежит к числу насекомых с сильно изменчивой плодовитостью. Так, по Поспелову (Энтомология, 1935), одна бабочка обычно откладывает около 100 яиц, а в некоторые, благоприятные для ее развития годы—до 1600; по Сахарову (1931) –860 яиц, по Остапцу (1925) — 475, по Уварову — 1500, по Кособуцкому — 2247 и по Бельскому от 50 до 2000. Последнее подтверждается и нашими наблюдениями.

Периодическими вскрытиями самок озимой совки, проводившимися в течение последних лет в энтомологических лабораториях опытно-селекционных станций и на наблюдательных пунктах, а также наблюдениями за яйцекладкой бабочек в природных условиях установлено, что в отдельные годы, как, например, осенью 1934 и весною 1935 гг., бабочки были чрезвычайно плодовиты и откладывали по 500 —1800 яиц. Между тем, в 1936 году количество яиц, отложенных одной самкой, не превышало 300—350.

Поэтому данные о численности гусениц при осеннем обследовании и о распространенности их в пределах отдельных областей и районов (на эти данные приходится опираться при составлении прогнозов) еще далеко недостаточны для определения размеров угрозы в будущем году. На основании материалов осеннего обследования можно лишь выделить те районы и области, где, в случае благоприятной перезимовки гусениц, весной будет больший или меньший лёт бабочек. Предвидеть же зараженность полей гусеницами затруднительно, поскольку это, прежде всего, зависит от плодовитости бабочек, сильно изменяющейся в отдельные годы.

Работами сектора экологии ВИЗР (Кожанчиков, Михайлова, Ржецкая и др.) установлено, что бабочки, выведенные из гусениц, воспитывавшихся на различных растениях, заметно отличались по своей плодовитости. Так, самки, полученные от гусениц, питавшихся листьями картофеля, были бесплодными, а полученные от гусениц, питавшихся лебедой и чернобыльником, откладывали до 2000 яиц.

На численности откладываемых самками яиц сильно сказывается голодание гусениц, а также температура и влажность в период их развития. Кожанчиков, воспитывая гусениц при пониженной влажности, получал менее плодовитых самок.

В то же время высокая влажность приводит к большой смертности гусениц.

Температура в 20—25° при влажности 65—80% оказалась (по данным сектора экологии ВИЗР) наиболее благоприятной для развития гусениц и последующей плодовитости бабочек.

Не меньшее значение имеют температура и влажность в период развития куколок. В работе Кожанчикова „О периодичности массовых размножений вредных насекомых“ указывается, что максимальное коли-

чество яиц (334—932), отложенных одной самкой, было у бабочек, полученных от куколок, которые развивались при температуре 17—22° и при влажности 65—85%. Отклонение от этого оптимума приводило к снижению плодовитости, и питание бабочек не могло компенсировать отрицательного влияния слишком высоких или низких температур при развитии преимагинальных фаз. В случае голодания бабочек, даже при благоприятных условиях развития личиночной и куколочной стадии, плодовитость озимой совки снижалась.

В основных свеклосеющих районах гусеницы озимой совки первой генерации, развиваясь, в основном, на свекле, всегда имеют изобилие пищи и поэтому голодания, влияющего отрицательно на плодовитость имаго, здесь не может быть.

Гусеницы второй генерации, развивающиеся, преимущественно, на озимых клиньях, даже при идеально чистых парах, находят в почве достаточно корешков для питания, тем более, что к тому времени, когда большинство гусениц перейдет в старшие возрасты, появляются всходы озимых. Может случиться, что рано наступившие холода или запоздание в развитии гусениц не дадут им возможности закончить питания, но, обычно, такие гусеницы погибают еще зимой.

Питающие растения для гусениц первой и второй генерации в свеклосеющих районах также не могут иметь решающего значения, так как основные растения, на которых развиваются гусеницы озимой совки — свекла, лебеда, вьюнок, осот, озимая пшеница — не снижают плодовитости бабочек.

Значительно сильнее, по нашим наблюдениям, сказывается на плодовитости бабочек погода в период окукливания гусениц и развития куколок (табл. 1).

Таблица 1

Данные о температуре и осадках в период окукливания гусениц озимой совки зимующей генерации (температура в градусах, осадки в миллиметрах)

Метеорологические станции и наблюдательные пункты	1930 г.		1934 г.		1935 г.		1936 г.		1937 г.	
	Средняя температура	Осадки	Средняя температура	Осадки	Средняя температура	Осадки	Средняя температура	Осадки	Средняя температура	Осадки
Люлинецкий	9,9	52	14,9	13	12,1	54,3	15,9	1	17,7	22
Бершадский	—	—	—	—	—	95	15,3	7	17,2	59
Немерчанский	10,4	131	20,2	6,9	12,5	37,7	—	—	—	—
Верхнячский	10,4	61	15,2	9,7	12,7	58	15,6	5	14,1	67
Смелянский	10,4	92	15,6	11,8	12,4	75,1	13,7	45,7	14,3	38,1
Мироновский	11,0	68	15,6	2,3	13,9	50,4	—	—	—	—
Белоцерковский	10,6	48	12,6	10,7	12,8	68,9	15,0	15,7	14,1	87
Саблинознаменский	—	—	—	—	18,4	36	14,2	12	11,6	38
Маловисковский	10,9	63	15,1	17,5	9,3	34,1	—	—	—	—
Ворошиловский	—	—	—	—	13,3	65	15,9	7	14,7	29,2
Ивановский	—	—	14,5	10	13,4	83,5	15,3	10	15,9	9,3
Карловский	11,0	69	15,3	7	14,4	22,3	16,1	11	15,2	22,7
Веселоподолянский	11,6	75	15,4	7,1	13,4	47,3	—	—	—	—
Полтава	—	—	12,7	2,2	13,8	48,9	15,2	15	14,9	35
Купянский	11,4	47	14,7	5,9	14,8	33,1	13,8	7	15,7	24
Парафиевский	11,3	41	—	—	12,6	64	15,4	13,8	17,2	31
Краснояружский	—	—	—	—	12,4	107	15,4	4,9	14,1	55,4

Сравнивая данные о температуре и осадках, приведенные в таблице, видим, что в 1930 году в период окукливания гусениц (апрель и первая декада мая) средняя температура была 9,9°— 11,6° и осадков выпало от 41 до 131 мм, т. е. весна 1930 года была влажная, и в этот год

яйцепродукция самок озимой совки была большой. К сожалению, периодических вскрытий бабочек (для анализа состояния яичников и подсчета яиц в яйцевых трубках) в 1930 году не производилось и о плодовитости самок можно судить только по зараженности полей гусеницами и по отрывочным наблюдениям на селекционных станциях.

В 1930 году на свеклокультурах было до 6 — 10, а местами свыше 10 гусениц на 1 кв. м. Весна 1934 года была сухой: в период окукливания гусениц (вторая и третья декады апреля и первая декада мая, а на юге свеклосеющих районов — апрель) выпало от 2 до 17 мм осадков при более высоких, чем в 1930 году, температурах: 12,7—20°,2. В 1934 году яйцепродукция бабочек была сравнительно невелика, при вскрытиях самок в яичниках их насчитывалось от 100 до 300 яиц, а количество гусениц на свеклокультурах не превышало 0,8 — 3,0 экземпляров на 1 кв. м.

В 1935 году окукливание зимующих гусениц, вследствие низких температур в апреле, задержалось и происходило, в основном, в мае, а на севере свеклосеющих районов — во второй половине мая и в начале июня. Температура в это время колебалась от 9,3 до 14°,4 и осадков выпало от 33 до 107 мм. Исключение составляет Карловский наблюдательный пункт (Полтавская область), где в мае выпало только 22,3 мм осадков, но во второй половине апреля здесь прошли сильные дожди (до 95,5 мм) и, по-видимому, почва была все же достаточно влажной.

Весной 1935 года самки озимой совки отличались высокой плодовитостью: одна бабочка откладывала от 500 до 1800 яиц, а в яйцевых трубках самок насчитывалось до 2000 яиц. Лёт бабочек был сильным, но растянутым, а численность гусениц по всем свеклосеющим районам была очень велика. Наиболее зараженными оказались поля в Харьковской и Полтавской областях, на юге Черниговской, юго-востоке Киевской и в свеклосеющих районах Николаевской и Одесской областей, где было от 20 до 30, а местами до 100 гусениц на 1 кв. метр.

В 1936 году окукливание гусениц происходило, в основном, в мае, средняя температура в это время была от 13,7 до 15°,9, а осадков выпало очень мало: от 1 до 13,7 мм. По Смелянскому наблюдательному пункту, где выпало 45,7 мм осадков, дожди были ливневого характера (44 мм за один день), и почва быстро пересохла. Все же по Смелянскому району зараженность полей гусеницами оказалась большей, чем в других свеклосеющих районах.

Лёт бабочек озимой совки весной 1936 года был довольно большой; в Харьковской области меньше, чем в 1935 году, по другим же областям, особенно по Николаевской и Винницкой, больше, чем в 1935 году, и повсеместно значительно больше, чем в 1934 году.

При вскрытиях самок первой генерации, проводившихся по всем наблюдательным пунктам, у бабочек насчитывалось не более 68 — 180 зрелых яиц (в среднем у одной самки) при общем числе 100 — 300 яиц. Гусениц на полях было немного: 0,1—1,5 гусеницы на 1 кв. метр (в среднем); по Карловскому наблюдательному пункту—до 3—гусениц, по Саблиновознаменскому—до 5, а по Смелянскому—до 7, на отдельных же небольших очагах—до 20 гусениц на 1 кв. метр.

Окукливание гусениц зимующей генерации в 1937 году началось: на юге свеклосеющих районов—со второй половины апреля, в центральных районах свеклосеяния—в мае, а в более северных районах продолжалось еще и в первой половине июня.

Лёт озимой совки по всем областям, кроме Винницкой, был слабее, чем в 1936 году, а самки были в одних районах более плодовитыми, чем в 1936 году, в других же районах не отличались по плодовитости от предыдущего года. Так, по Люлинецкому пункту (Винницкая область) количество яиц у бабочек колебалось от 200 до 432, а в период максимального лёта, во второй декаде июня, от 225 до 738 яиц, в то время

как в 1936 году максимальное количество яиц у бабочек не превышало 300. Осадков в 1937 г. по Люлинецкому наблюдательному пункту в период окукливания гусениц выпало на 21 мм больше, чем в 1936 году.

По Бершадскому пункту (Винницкая область) плодовитость озимой совки была не выше, чем в 1936 году: в яичниках самок насчитывалось всего от 80 до 130 яиц. Вместе с тем осадков весною здесь выпало 59 мм, т. е. на 42 мм больше, чем в прошлом году, однако, максимальное количество дождей (54 мм) прошло лишь в самом начале окукливания гусениц (третья декада апреля), а в течение всей первой половины мая, в период массового окукливания их, погода была жаркая и сухая: выпало всего 5 мм осадков и почва быстро пересохла. То же наблюдалось на Верхнячской и Белоцерковской станциях, где во время массового окукливания выпало 5 и 8 мм осадков, а в самом начале окукливания 56 и 82 мм.

По другим наблюдательным пунктам при вскрытиях самок в яичниках у них находили от 100 до 350 яиц, причем наибольшее количество яиц — до 570—было у бабочек по Ворошиловскому пункту, где в период окукливания гусениц выпало до 30 мм осадков.

По Саблинознаменскому наблюдательному пункту в период окукливания гусениц было 38 мм осадков и самки озимой совки были также более плодовитыми, чем по другим пунктам. Здесь хотя и не производились регулярные вскрытия бабочек, но о плодовитости их можно отчасти судить по зараженности полей гусеницами, численность которых на свекле составляла 4—6 шт. на 1 кв. метр, в то время как по другим районам она колебалась от 0,2 до 3,0 на 1 кв. метр.

Как видно, бабочки озимой совки в 1937 году были, в общем, более плодовитыми, чем в 1936 году; количество яиц у самок по отдельным пунктам колебалось очень сильно, повидимому, в связи с пестрым распределением осадков по отдельным районам. Ту же закономерность можно отметить и по второй генерации (табл. 2).

Таблица 2

Данные о температуре и осадках в период окукливания гусениц озимой совки первой летней генерации (температура в градусах, осадки в миллиметрах)

Метеорологические станции и наблюдательные пункты	1934 г.		1935 г.		1936 г.		1937 г.	
	Средняя температура	Осадки	Средняя температура	Осадки	Средняя температура	Осадки	Средняя температура	Осадки
Люлинецкий	18,6	130	—	—	23,4	79	17,7	150
Бершадский	—	—	—	69	24,3	6	19,3	64
Верхнячский	18,7	105,4	17,6	42	25,0	6	20,4	53
Леоновский	—	—	17,4	67,3	25,5	7	19,9	67
Смелянский	20,1	114,8	19,3	46,1	25,1	2	21,3	31,1
Мироновский	19,8	150,6	18,1	68	—	—	—	—
Белоцерковский	—	—	15,6	30,5	25,0	22	20,1	27
Саблинознаменский	—	—	20,1	23	23,1	31	—	—[1]
Маловисковский	19,7	49	19,4	33,1	—	—	—	—
Ворошиловский	—	—	18,2	85	25,1	35	20,9	24,5
Ивановский	21,0	75,5	18,5	56,5	24,5	6	20,0	45,5
Карловский	21,5	62	19,6	58,2	24,9	28	21,4	70,2
Веселоподолянский	20,9	82,5	17,8	74,9	25,7	14	—	—
Полтава	21,3	72,3	19,2	62,5	25,8	14	20,3	67
Купянский	22,1	85,2	18,8	67,9	25,3	22	21,9	62,6
Парафиевский	19,4	143,3	—	70	25,2	5	19,3	88,3
Краснояружский	—	—	17,8	131	24,4	22	20,0	89,1

[1] Саблинознаменский пункт во второй половине лета не работал.

Осенью 1934 года плодовитость озимой совки была значительной; численность гусениц на озимых посевах районов с наибольшей зараженностью колебалась от 10 до 40, а местами до 100 гусениц на 1 кв. метр. В этом году в период окукливания гусениц выпало 49—150,6 мм осадков, при температуре 18,6—22°,1.

В 1935 году бабочки озимой совки второй генерации были менее плодовитыми, чем в 1934 году; при вскрытиях в яичниках у самок находили 114—320 зрелых яиц, при общем числе их до 700 в среднем у одной самки.

Лёт бабочек в 1935 году был значительно большим, чем в 1934 году, а зараженность полей гусеницами меньшей. Численность гусениц на озимых посевах колебалась от 1 до 10, а на очагах, главным образом, по Харьковской области, до 20—50 на 1 кв. метр. Окукливание гусениц в 1935 году происходило, в основном, во второй и третьей декадах июля и в первой декаде августа, при температуре 17,4—20°,1 и осадках в количестве 29—85 мм. Наибольшее количество дождей (56,5—85 мм) проходило по Харьковской области, где и отмечена наибольшая зараженность полей гусеницами.

1936 год был сильно засушливым; в период окукливания гусениц выпало от 2 до 35 мм осадков при очень высоких температурах (средние 23,1—25°,7, а максимальные—до 37°).

По данным вскрытия самок, количество яиц у них было невелико: от 83 до 230 зрелых яиц в разгар лёта и до 24—123 зрелых яиц к концу лёта при общем числе в 200, максимум 365 яиц у одной самки. Численность гусениц на озимых посевах колебалась в пределах от 5 до 15, а на очагах доходила до 20 гусениц на 1 кв. метр.

В 1937 году окукливание гусениц летней генерации происходило в июле—в южных и центральных районах и во второй половине июля и начале августа—в северных свеклосеющих районах, при температуре 18—21° и осадках в количестве от 24,5 до 150 мм.

При вскрытиях бабочек в яичниках у них насчитывалось от 100 до 340 зрелых яиц при общем количестве 500—800 яиц у одной самки. Бабочки откладывали в среднем по 270—800 яиц; максимальная плодовитость бабочек наблюдалась в юго-западных районах Полтавской области, центральных районах Харьковской и на юге Киевской областей, где самки откладывали по 400—800 яиц. Вместе с тем, зараженность полей гусеницами была гораздо меньшей, чем можно было ожидать, судя по плодовитости бабочек и по зараженности полей яйцами озимой совки: так, на озимых посевах было от 2 до 5 гусениц и лишь на отдельных очагах количество их достигало 10—15 экземпляров на 1 кв. метр. Это, очевидно, произошло вследствие уничтожения яиц совки трихограммой, широко распространившейся в этом году, особенно по Левобережью УССР, где ею было заражено от 30 до 50, а местами до 80% яиц озимой совки.

Сравнивая отдельные годы, следует отметить, что 1930 и 1935 годы, сходные по условиям погоды в весенний период окукливания гусениц и по более обильным осадкам в это время, также сходны и по интенсивности созревания яиц у самок озимой совки и по зараженности полей гусеницами первой генерации.

В 1934 и 1936 гг., также сходных по условиям погоды в весенний период окукливания гусениц, но значительно более сухих, плодовитость бабочек первой генерации и последующая зараженность полей гусеницами были меньше, чем в 1930 и 1935 годах.

В 1937 году зависимость между погодой в весенний период окукливания гусениц и последующей плодовитостью бабочек первой генерации не так ясна, как в прошлые годы, но все же и в этом году более плодовитыми бабочки были в тех районах, где во время массового окукливания гусениц выпало больше осадков.

При второй генерации максимальная плодовитость бабочек отмечена была в 1934 году, когда в период окукливания было около 50 мм осадков или даже больше, а наименьшая плодовитость в 1936 году, когда осадков выпало повсеместно около или даже меньше 28—35 мм. 1935 и 1937 годы занимают промежуточное место: в эти годы самки озимой совки откладывали по 500—800 яиц, т. е. значительно больше, чем в 1936 году, но меньше, чем в 1934 году; также и по количеству осадков 1935 и 1937 годы были более влажными, чем 1936 г., но менее влажными чем 1934 год. Если же просмотреть данные об осадках во время лёта бабочек, можно сказать, что здесь такой закономерности не наблюдается (табл. 3).

Таблица 3

Данные об осадках, выпавших в период лёта бабочек озимой совки, за пять лет (в миллиметрах)

Метеорологические станции и наблюдательные пункты	Первая генерация					Вторая генерация			
	1930 г.	1934 г.	1935 г.	1936 г.	1937 г.	1934 г.	1935 г.	1936 г.	1937 г.
Люлинецкий	96	47,4	33,4	20	26	62,5	—	189	189
Бершадский	—	—	39,5	55	12	—	52,3	115	150
Немерчанский	173	37,2	103,9	—	—	—	—	—	—
Верхнячский	106	64,5	17,2	43	53	191,7	40,3	106	134
Леоновский	—	—	—	—	14	—	47,3	103	181
Смелянский	94	35,9	14,6	69	27,3	76,3	2	65	105
Мироновский	65	34,5	15,1	—	—	142,7	—	—	—
Белоцерковский	83	30,6	8,3	29	10	—	—	103	251
Саблинознаменский	—	—	24	69	16	—	23	53	98
Маловисковский	112	53,2	18,6	—	—	53,4	55,8	—	—
Ворошиловский	—	—	131,5	62	21	—	83	45	77
Ивановский	—	39,3	24,1	46	23	41,2	—	73	62
Карловский	68	35	10,2	93	43	42,9	46,9	73	78
Веселоподолянский	52	62,6	25,4	—	—	—	19,7	56	—
Полтава	—	6,3	2,4	124	17	29,5	66,1	57	84
Купянский	38	26,3	37,3	108	58	67,8	71,9	18	115
Парафиевский	90	—	45	30	—	127,2	74	83	100
Красноярский	—	—	16	136	—	—	—	—	—

В 1935 году, в период лёта бабочек первой генерации, осадки распределялись очень неравномерно: на Полтавщине выпало 2,4 мм, на Ивановской станции 24,1 мм, в Купянске 37,3 мм, в Ворошиловском совхозе 131,5 мм, но никакой разницы в количестве яиц у самок озимой совки здесь не наблюдалось и зараженность полей гусеницами была повсеместно весьма значительной.

Сравнивая же отдельные годы, видим, что 1930 и 1935 годы, более сходные по развитию и созреванию яичников у самок озимой совки первой генерации, отличаются по метеорологическим условиям в период лёта бабочек и, наоборот, 1934, 1936 и 1937 годы, более близкие по условиям погоды во время лёта бабочек второй генерации, отличаются по плодовитости самок.

Температура в период имагинальной жизни озимой совки в основной зоне свеклосеяния, повидимому, также не может иметь решающего значения, поскольку резкие снижения температуры на длительный период до 7° и ниже сравнительно не так часты во время лёта бабочек, а при значительных повышениях температур, до 32° и выше, что бывает в дневное время, бабочки прячутся в затененные места. По данным же опытов Кожанчикова („Плодовитость чешуекрылых в зависимости от экологических условий", 1937 г.), даже при температуре 12°,5 и 28° бабочки были плодовитыми.

Очевидно, благоприятные климатические условия для массового размножения озимой совки в свеклосеющих районах УССР создаются в те

годы, когда в весенний период окукливания гусениц бывает около 30 мм осадков (так как весною почва более влажная) и в летний период около 50—100 мм, т. е. в годы с влажным апрелем или маем и влажными июлем и началом августа.

Температура воздуха недостаточно характеризует термический режим почвы, и здесь можно сказать лишь, что высокая в период окукливания температура, как, например, в 1936 году, при недостаточном увлажнении почвы—влияет отрицательно на плодовитость бабочек.

Благоприятные же для бабочек условия в период их жизни уже не могут компенсировать отрицательного действия недостатка влаги и высоких температур в период окукливания, что вполне подтверждается экспериментальными данными Кожанчикова.

ЛИТЕРАТУРА

„Энтомология" под редакцией проф. В. П. Поспелова, изд. ОГИЗ, Москва, 1935 г.

Н. Л. Сахаров. Озимая совка. 1931.

А. П. Остапец. Биология озимой совки в условиях Воронежской губернии. „Бюллетень Воронежского СТАЗР'а", вып. VII, 1926.

М. И. Кособуцкий. Озимая совка в Вотской автономной области. Изд. Вотск. станции защ. раст., 1928.

И. В. Кожанчиков, Т. Михайлова, Ю. Ржецкая и Г. Володина. Влияние питающего растения на развитие гусениц озимой совки. „Итоги научно-исслед. работ по защ. раст.", 1936.

И. В. Кожанчиков. О периодичности массовых размножений вредных насекомых. Изд. ВСНИЛ, Ленинград, 1936.

И. В. Кожанчиков. Плодовитость чешуекрылых в зависимости от экологических условий. „Зоологический журнал", Биомедгиз, Москва, 1937.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

М. П. ЧАРКОВСКИЙ

К МЕТОДИКЕ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА О ХОДЕ ЖУКОВ СВЕКЛОВИЧНОГО ДОЛГОНОСИКА

(Из работ Смелянской энтомологической лаборатории ВНИС)

Одним из важных мероприятий по защите свекловичных посевов от повреждения долгоносиком является тщательный вылов и уничтожение жука свекловичного долгоносика в местах зимовки на прошлогодних свеклянищах. Для борьбы с жуком долгоносика при помощи канавок большое значение имеет знание особенностей хода жука, в частности, детальный анализ условий погоды, при которых происходит пробуждение и дальнейшее передвижение жука.

В целях освещения этого вопроса, в настоящей статье приводятся результаты наших наблюдений за ходом жука, проведенных в Холоднянском отделении Смелянского свеклосовхоза в 1935 и 1936 гг.

Методика наблюдений. Для наблюдения за динамикой хода долгоносика на прошлогоднем свеклянище были выделены специальные отрезки краевой ловчей канавки, расположенной на южной стороне поля в месте наиболее сильного хода жука. В 1935 г. на этом свеклянище, засеянном в год наблюдения вико-овсом, был выделен участок канавки длиной 300 м со 100 призматическими колодцами тридцатипятисантиметровой глубины. Весною 1936 г. в том же хозяйстве на прошлогоднем свеклянище, засеянном ячменем, было выделено 500 м канавки со 125 такими же колодцами. В целях обеспечения большей точности учета количества жука, попадающего в канавку, прошлогодняя канавка была засыпана, и рядом с нею, до начала хода жука, были выкопаны учетные отрезки канавки. Выборка жука производилась в течение всего дня. Жуки, собранные за день, подсчитывались или взвешивались.

Для выяснения условий, при которых происходит пробуждение жука ранней весной, еще до начала рытья краевых ловчих канавок вручную скребком прокладывались контрольные канавки глубиной 12—14 см с цилиндрическими колодцами, глубиной в 35 см, расположенными через 4 метра. Для наблюдений за пробуждением жука избирались открыто расположенные участки с ровным рельефом, характеризовавшиеся достаточно высоким количеством зимующего долгоносика.

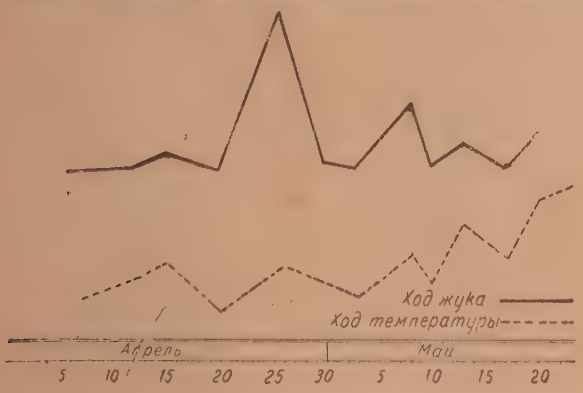
При изучении движения жука в течение дня в разную погоду пользовались данными учетов количества жука в 10 колодцах краевой ловчей канавки. Количество жука в колодцах учитывалось каждые полчаса и тогда же отмечалась температура на поверхности почвы по термометру, положенному для этой цели на участке наблюдений.

Для характеристики общего хода погоды в разные периоды мы пользовались данными метеорологической службы при ст. им. Ежова, расположенной в полутора километрах от лаборатории, кроме того, данными Холоднянского дождемерного пункта, а также собственными записями характеристики погоды без приборов. В некоторых случаях делались специальные измерения температуры в поле, что оговорено в тексте.

Все наблюдения производились по солнечному времени.

Пробуждение и первые передвижения жука. Зима 1934/35 г. была суровая. В районе Смелы, Киевской области, устойчивые отрицательные температуры установились в первой декаде декабря. Самые сильные морозы прошли в период 5—9 января. Согласно данным срочных наблюдений лаборатории, температура воздуха в этот период колебалась в пределах 24,0—39°,5 мороза. В феврале месяце (11—14 февраля) прошла вторая полоса морозов с минимальными температурами, близкими к —18°. Размерзание верхнего (десятисантиметрового) слоя почвы произошло в конце марта. Еще 23 марта на участке, выбранном для наблюдений, нельзя было обрабатывать почву, так как на глубине 5 см находился мерзлый слой.

Первые жуки, пришедшие в движение под влиянием весеннего тепла, были обнаружены в колодцах мелких канавок 4 апреля. По специальным



Фиг. 1. Зависимость хода жука от температуры (Смела, 1935 г.)

измерениям, произведенным в этот день на участке наблюдений, температура на поверхности почвы дошла в 13 часов до 15°.

Температура на разной глубине была: 5 см—12°,5; 15 см—9°,4; 30 см—6°,1; 45 см—4°.

Зима 1935/36 г. не была суровой. Отрицательные температуры, установившиеся со второй декады ноября, в первой декаде декабря сменились оттепелью. Почва размерзлась настолько, что оказалось возможным продолжать зяблевую вспашку, прерванную морозами. В течение второй и третьей декад декабря, всего января и первой декады февраля небольшие морозы чередовались с оттепелями. Лишь во второй декаде февраля снова установился период устойчивых отрицательных температур, доходивших до —18°. В третьей декаде февраля наступила оттепель, за которой последовал период нормальных весенних температур.

В первой декаде марта почва размерзлась настолько, что стало возможным производить весеннюю пахоту.

Первые жуки были обнаружены в колодцах мелких канавок 17 марта. По данным специальных измерений, на участке наблюдений в этот день температура на поверхности почвы доходила в 13 часов до 17°, а на глубине была следующей: 5 см—12°,0; 15 см—8°,0; 30 см—4°,2; 45 см—2°,5.

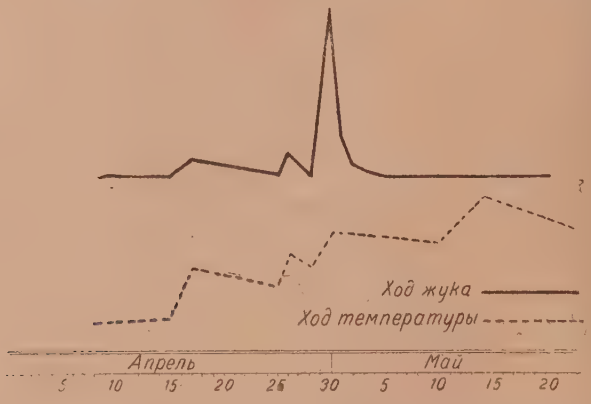
Динамика хода жука. Дальнейший выход и передвижения жука были связаны с ходом погоды (см. ниже табл. 1—6, фиг. 1—2).

Весною 1935 г., с 5 по 15 апреля, при нормальном ходе весенних температур и переменной солнечной погоде, выход жука на поверхность продолжался. Количество жуков в канавках нарастало и достигло максимума 15 апреля (в отдельных колодцах доходило до 200 экземпляров и более). В этот день число солнечных часов было 10,4. Средняя температура на поверхности почвы составляла 12°, а максимум доходил до 30°.

С 16 апреля в связи с наступлением холодной пасмурной погоды с затяжными дождями, продолжавшейся до 20 апреля (средняя температура воздуха за этот период составляла 5°,8, средняя температура на поверхности почвы 5°,6) ход жука прекратился. Температура на опытном участке, согласно данным специальных измерений, была:

Дата	Время	На глубине			
		5 см	15 см	30 см	45 см
18/IV	16 ч.	4°,6	4°,3	5°,1	6°,0

Ход жука возобновился 21 апреля, с наступлением значительного потепления. До 24 апреля погода была пасмурной или облачной, и ход жука в это время был невелик. Настоящий солнечный день наступил 25 апреля. Средняя температура воздуха в этот день составляла 11°,2, средняя температура на поверхности почвы 14°,3, а число солнечных часов достигло 12,8.



Фиг. 2. Зависимость хода жука от температуры (Смела, 1936 г.)

В связи с теплой солнечной погодой ход жука достиг в этот день наибольших размеров в условиях данного года. Рассматриваемый период хода жука закончился 26 апреля.

В последующие дни апреля (27—30) была прохладная пасмурная погода с почти ежедневным выпадением осадков. Ход жука снова ослабел, а в первые три дня мая почти прекратился. Вынужденный покой жука в течение 1—3 мая вызывался различными причинами. 1 мая, при благоприятной для жука средней температуре воздуха 11°,1, средней температуре на поверхности почвы 11°,7 и максимуме на поверхности почвы 17°,2 передвижению жука препятствовали чрезмерная влажность верхнего слоя почвы, мелкий дождь в течение всего дня и пасмурная погода. Собранные во вторую половину дня единичные жуки, попавшие в колодцы, были мокры и покрыты грязью. В следующие два дня мая хода жука не было в связи с холодной пасмурной погодой. Средняя температура воздуха и на поверхности почвы за 2 и 3 мая составляла соответственно 6°,5 и 3°,3, 6°,8 и 5°,3.

Ход жука возобновился 4 мая, когда стало пригревать солнце. Максимум температуры на поверхности почвы достиг в этот день 37°,7. Период сильного хода долгоносика продолжался до 8 мая, с максимумом 7 и 8 мая.

Сильное понижение температуры при снегопаде 9 мая обусловило новую приостановку хода жука. Средняя температура воздуха упала до 4°,7, а на поверхности почвы до 6°,1. 10 мая погода была прохладной и усиления хода жука не произошло. В течение этих двух дней жук залегал на прошлогодних свеклянищах, под комочками почвы, группируясь массами в тех частях свеклянищ, которые примыкали к посевам свеклы текущего года.

Возобновившийся затем сильный ход жука продолжался 11—13 мая. В эти дни стояла переменно-облачная погода (в часы солнечного сияния припекало и парило). Максимальный ход жука в этот период наблюдался 13 мая.

С 14 по 17 мая ход жука снова приостановился в связи с прохладной и пасмурной погодой.

Последнее возобновление сильного хода жука имело место при теплой солнечной погоде 18—20 мая, с максимумом хода 18 мая. Благоприятная погода продержалась тогда до 26 мая. Однако, ход жука с 21 мая стал незначительным в связи с тем, что выход долгоносика к этому времени в основном закончился.

Таблица 1

Метеорологическая характеристика периодов хода жука (Смела, 1935 г.)

Период сбора	Количество собранных экземпляров	Температура воздуха в тени на высоте 2 м			Температура на поверхности почвы			Число солнечных часов за период	Среднее число солнечных часов за сутки	Осадки (в миллиметрах) и число дней с осадками
		Средняя за период	Максимум за период	Минимум за период	Средняя за период	Максимум за период	Минимум за период			
1—6/IV	17	6,4	18,3	2,4	6,9	28,4	1,6	10,0	1,7	12,9 / 5
7—12/IV	383	8,7	20,4	0,0	10,2	35,5	—3,5	42,9	7,1	3,0 / 3
13—15/IV	1473	9,8	22,7	—1,6	11,8	30,0	—4,0	27,8	9,3	—
16—20/IV	19	5,8	10,2	1,6	5,6	11,2	0,2	—	—	33,8 / 5
21—26/IV	13619	9,9	18,5	1,5	11,5	31,5	—0,4	24,5	4,1	8,5 / 3
27—30/IV	536	9,1	14,7	—1,4	9,2	23,0	—2,8	10,1	2,5	15,8 / 3
1—3/V	27	7,0	13,1	—0,5	7,6	17,2	—2,5	5,9	1,9	5,2 / 3
4—8/V	5458	10,7	22,0	—1,2	13,1	37,7	—2,4	36,6	7,3	2,7 / 2
9—10/V	200	7,6	15,3	1,4	9,3	26,0	—1,4	8,0	4,0	1,5 / 1
11—13/V	2042	14,7	23,5	2,0	17,0	35,6	—1,4	20,0	6,7	5,1 / 2
14—17/V	84	11,2	16,3	7,9	12,3	20,5	8,0	—	—	7,0 / 3
18—20/V	2974	18,7	27,0	10,1	20,5	37,5	9,1	28,2	9,4	—
21—26/V	487	19,9	29,4	9,7	23,4	42,5	9,2	62,6	10,4	—

Таблица 2

Метеорологическая характеристика дней максимального хода жука (Смела, 1935 г.)

Дата	Количество собранных экземпляров	Температура воздуха			Температура на поверхности почвы			Число солнечных часов	Осадки (в миллиметрах)	Вид осадков и время их выпадения
		Средняя	Максимум	Минимум	Средняя	Максимум	Минимум			
15/IV . . .	1194	7,8	14,0	—1,6	11,7	30,0	—4,0	10,4	—	—
25/IV . . .	9374	11,2	18,5	1,5	14,3	31,5	—0,4	12,8	—	—
7/V	2217	12,4	18,4	6,4	13,8	32,0	3,0	6,9	2,6	● 12^{00}—12^{15}
13/V	1247	16,1	23,5	8,8	20,6	35,6	6,6	5,7	4,4	● ▲ ◹ 18^{40}—19^{00}
18/V	1819	15,7	21,4	10,1	16,9	30,0	10,1	4,1	—	—

Таблица 3

Метеорологическая характеристика дней небольшого хода жука и дней вынужденного покоя (Смела, 1935 г.)

Дата	Количество собранных экземпляров	Температура воздуха			Температура поверхности почвы			Число солнечных часов	Осадки в миллиметрах)	Время выпадения осадков
		Средняя	Максимум	Минимум	Средняя	Максимум	Минимум			
16/IV		8,4	10,2	6,8	7,6	11,2	3,8	—	12,0	◉ в ночь на 16 и в течение всего дня с перерывами.
17/IV	19	6,6	8,0	5,4	6,1	8,5	5,1	—	9,8	◉ в течение всего дня.
18/IV		6,6	8,6	4,5	6,6	7,2	4,7	—	9,4	◉ в течение всего дня.
19/IV		3,1	5,1	2,5	3,9	5,0	3,0	—	2,3	● 8^{00} до 9^{30} ✳ 9^{30}—12^{00}
20/IV		4,5	6,5	1,6	4,0	6,8	0,2	—	0,3	● в течение всего дня.
1/V		11,1	13,1	8,7	11,7	17,2	8,0	—	4,9	● в течение всего дня.
2/V	21	6,5	10,9	3,7	6,8	13,8	2,1	—	0,2	
3/V		3,3	6,7	—0,5	4,3	15,8	—2,5	5,9	0,1	⌊ 5^{00}
14/V		12,9	16,3	11,0	12,8	20,5	9,5	—	3,4	◉ в ночь на 14 мая и в течение дня.
15/V	84	12,5	15,2	10,7	13,7	20,1	10,6	—	3,5	◉ ночью.
16/V		9,7	11,0	7,9	11,2	15,4	8,0	—	—	
17/V		9,8	11,1	8,1	11,5	14,8	9,1	—	0,1	◉ ночью.

Весной 1936 г., после попадания первых жуков в колодцы 17 марта, ход единичных жуков продолжался в течение 22 и 23 марта. Заметное оживление хода долгоносика произошло в теплый солнечный день 24 марта. Количество его в этот день доходило до 5 жуков на колодец. Согласно данным специальных измерений, температура воздуха на участке наблюдений в 13 часов была 19°, на поверхности почвы 22°,8, а в почве на глубине: 5 см—13°,6; 15 см—9°,5; 30 см.—6°,4; 45 см—4°,3.

25 марта наступило резкое похолодание. К вечеру температура упала до 3° ниже нуля. Похолодание сопровождалось снегопадом, в результате которого вновь установился снежный покров толщиной до 20 см, продержавшийся до 31 марта, а в местах более сильного снегопада—до 2 апреля. До конца марта по утрам и по вечерам были отрицательные температуры.

Таблица 4

Метеорологическая характеристика периода хода жука. (Смела, 1936 г.)

Период сбора	Количество дней сбора	Количество собранных жуков (в килограммах)	Температура воздуха в тени на высоте 2 м за период			Температура на поверхности почвы за период			Число солнечных часов за период	Среднее суточное число солнечных часов	Осадки (в миллиметрах) и число дней с осадками
			Средняя	Максимум	Минимум	Средняя	Максимум	Минимум			
2—5/IV	4	0,005	6,5	12,5	+0,8	6,9	17,0	—1,5	6,6	1,6	1,1 / 2
6—9/IV	4	—	1,7	11,4	—5,5	3,3	13,0	—2,4	27,4	6,8	3,0 / 1
10—15/IV	6	0,06	6,0	14,0	0,0	5,8	18,1	—0,1	6,1	1,0	18,8 / 1
16—17/IV	2	4,41	12,1	19,9	6,1	12,1	23,0	6,2	11,1	5,6	—
18—25/IV	8	1,476	10,4	18,8	1,4	10,3	24,5	0,0	19,4	2,4	336 / 5
26/IV	1	14,4	12,6	17,6	6,7	14,2	25,0	7,0	9,4	9,4	—
27—28/IV	2	0,471	13,1	17,3	8,7	12,8	18,4	9,2	—	—	0,4 / 1
29—30/IV	2	95,0	15,2	23,9	7,8	17,1	29,5	10,0	17,8	8,9	—
1—5/V	5	34,3	16,0	24,9	6,4	16,1	33,0	6,6	53,0	10,6	—
6—11/V	6	0,372	14,0	24,2	2,1	17,3	42,6	3,0	69,0	11,5	—
12—15/V	4	0,097	17,4	27,4	6,0	22,1	47,5	4,8	40,0	10,0	—
16—18/V	3	0,005	10,1	17,5	0,0	14,2	42,5	3,8	23,7	7,9	—
19—25/V	7	0,007	16,3	28,5	1,5	19,4	42,8	2,1	нет сведений		—

Ход единичных жуков возобновился в первый теплый день—2 апреля и продолжался до 5 апреля включительно. Новое похолодание, с отрицательными температурами, наступило 6 апреля и продержалось до 9 апреля включительно. В этот период ход жука совсем прекратился, и возобновился 10 апреля, с наступлением нормальных весенних температур. Количество жука в колодцах достигло максимума 16 и 17 апреля. В эти дни при открытом солнце средняя температура воздуха была соответственно 11°,4 и 12°,8, а температура на поверхности почвы 11°,0 и 13°,2 при максимуме 19°,0 и 23°,0.

По данным специальных измерений на участке наблюдений, температура в 12 часов была следующая:

Дата	На поверхности почвы	На глубине 5 см	15 см	30 см	45 см
17/IV . . .	27°,6	16°,5	11°,8	10°,0	9°,6

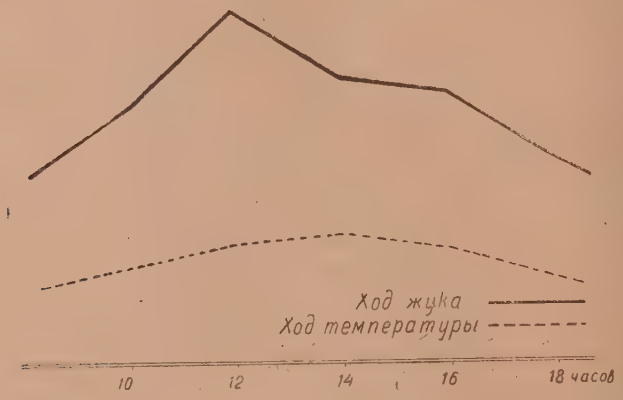
Период от 18 до 25 апреля не был однородным в отношении погоды, и сила хода жука в отдельные дни этого периода была неодинакова. В прохладные, пасмурные дни 18, 20, 23 и 25 апреля наблюдался ход единичных жуков. Основная масса жука залегала на прошлогодних свекляницах у самой поверхности почвы под комочками земли. 19 апреля с утра было прохладно и пасмурно; когда пригрело солнце, начался довольно сильный ход долгоносика, ослабившийся вскоре из-за наступившей облачности. 21, 22 и 24 апреля интенсивность хода жука возрастала в те часы, когда грело солнце. В целом за период от 18 до 25 апреля ход долгоносика заметно уменьшился, в связи с наступлением более прохладной пасмурной погоды с осадками.

Следующее усиление хода долгоносика произошло в теплый солнечный день—26 апреля. Средняя суточная температура воздуха в этот день

поднялась до 12°,0, а средняя температура на поверхности почвы—до 14°,2 при максимуме 25°. Число солнечных часов было 9,4. По данным специальных измерений на участке наблюдений, температура в 13 часов была следующая:

Дата	На поверхности почвы	На глубине			
		5 см	15 см	30 см	45 см
26/IV . . .	22°,8	20°,0	15°,5	13°,0	10°,2

Сильный ход жука продолжался только в течение одного дня и был прерван пасмурной погодой, продержавшейся 27 и 28 апреля. Температура в эти дни благоприятствовала ходу долгоносика, но вследствие полного отсутствия открытого солнечного света ход жука 27 апреля значительно уменьшился, а 28 апреля почти прекратился.



Фиг. 3. Зависимость хода жука от температуры (Смела, 1936 г., солнечно)

Новое усиление хода жука началось 29 апреля при солнечной, теплой погоде. Средняя суточная температура воздуха в этот день была 14°,4, а на поверхности почвы 16°,8. Максимальная температура на поверхности почвы поднялась до 31°,0. На следующий день, 30 апреля, при солнечной, теплой погоде ход жука достиг еще большей силы. Средняя температура воздуха за 30 апреля составляла 16°,0, средняя температура на поверхности почвы 17°,5, а максимум температуры на поверхности почвы 36°,4. Температура в 13 часов на участке наблюдений составляла:

Дата	На поверхности почвы	На глубине			
		5 см	15 см	30 см	45 см
30/IV . . .	33°,4	27°,6	21°,9	15°,2	12°,7

Количество жука в течение 29 и 30 апреля было самое большое за весь период хода долгоносика. Погода в следующие дни была благоприятной для хода долгоносика, однако, количество его в канавках стало уменьшаться. Перелом наметился 30 апреля. В этот день, несмотря на благоприятный ход температуры при постоянном открытом солнечном свете, ход жука после полудня стал заметно ослабевать (фиг. 3). На следующий день, 1 мая, при солнечной, теплой погоде и благоприятном ходе температур, долгоносика было собрано в 2,5 раза меньше, чем 30 апреля. Сила хода жука, при неизменно благоприятной солнечной погоде, резко ослаблялась с каждым днем. Происходило это оттого, что основная масса жука уже прошла.

К 5 мая ход жука в основном закончился.

Таблица 5

Метеорологическая характеристика дней максимального хода жука (Смела, 1936 г.)

Дата	Количество собранных жуков (в килограммах)	Температура воздуха			Температура на поверхности почвы			Число солнечных часов	Осадки (в миллиметрах)	Время выпадения осадков
		Средняя	Максимум	Мини	Средняя	Максимум	Минимум			
16/IV	1,98	11,4	17,5	6,5	11,0	19,0	6,2	4,5	—	
17/iV	2,43	12,8	19,9	6,1	13,2	23,0	8,0	6,6	0,0	● в 17^{00}
26/IV	14,4	12,6	17,6	6,7	14,2	24,0	7,0	9,4	—	
29/IV	45,0	14,4	20,7	9,0	16,8	31,0	10,4	7,0	—	
30/IV	50,0	16,0	23,9	7,8	17,5	36,4	10,0	10,8	—	
1/V	21,6	16,8	21,5	8,5	17,7	29,2	12,0	11,5	0,0	● в ночь на 1 мая.
2/V	5,8	14,9	20,4	8,0	16,0	26,2	8,0	11,5	—	

Примечание: максимальные температуры на поверхности почвы 26, 29 и 30 апреля отмечены на участке наблюдений.

Таблица 6

Метеорологическая характеристика дней небольшого хода жука и дней вынужденного покоя (Смела, 1936 г.)

Дата сбора	Количество собранного жука (в килограммах)	Температура воздуха в тени на высоте 2 м			Температура на поверхности почвы			Количество солнечных часов	Осадки (в миллиметрах)	Вид осадков и время их выпадения
		Средняя	Максимум	Минимум	Средняя	Максимум	Минимум			
18/IV	0,019	12,4	17,0	8,0	10,8	15,5	7,6	—	0,0	● 15 — 15^{30}
19/IV	0,500	12,2	18,8	8,6	13,4	24,5	9,2	3,8	0,8	● 16 — 20^{00}
20/IV	0,063	7,0	18,7	7,1	6,5	17,8	5,2	0,7	0,0	● 16 — 16^{05}
21/IV	0,326	8,8	16,2	2,0	10,3	19,0	0,0	6,2	—	— —
22/IV	0,405	9,1	17,2	1,4	8,9	20,1	1,6	7,1	—	— —
23/IV	0,004	10,8	14,2	7,3	9,5	12,6	5,9	—	328	● 7^{00} ● °2 —15—16^{00} ● 16—22^{00}; ● в ночь на 23 апреля.
24/IV	0,143	12,2	15,1	10,0	12,2	15,5	10,5	1,5	—	— —
25/IV	0,041	10,8	13,4	8,4	10,7	13,3	8,8	0,1	—	— —
27/IV	0,465	14,6	17,3	12,5	13,9	18,4	12,0	—	—	— —
28/IV	0,006	11,7	15,9	8,7	11,6	12,6	9,2	—	0,4	● в ночь на 28 апреля ● в течение дня.

Количество зимующего жука в различных слоях почвы на участках, где производились наблюдения в 1934/35 и 1935/36 гг., было неодинаково (таблица 7). В 1935/36 г. жук зимовал на меньшей глубине. Размерзание и дальнейшее прогревание почвы весной 1935 и 1936 гг. было также неодинаково. В 1935 г. размерзание верхнего десятисантиметрового слоя почвы произошло лишь в конце марта, а в 1936 г. уже в первой декаде марта температура на глубине 10 см была положительной. Прогревание почвы в апреле и мае 1936 г. было более интенсивным, чем в 1935 г. (таблица 8). В связи с менее глубоким залеганием жука в период зимовки и более интенсивным прогреванием почвы, период хода жука на прошлогоднем свеклянище в 1936 г. был более коротким (см. фиг. 1—2).

Таблица 7

Глубина залегания зимующего жука

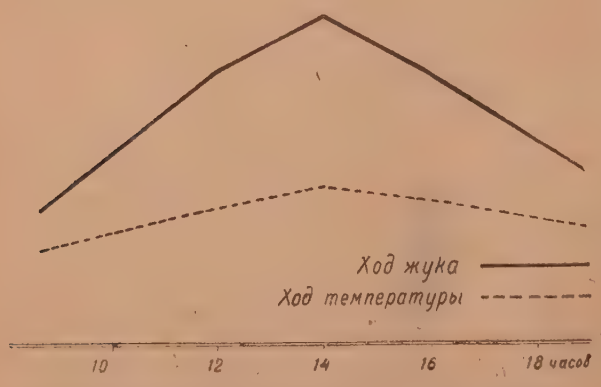
Год	Количество жука в разных слоях почвы (в процентах)			
	0—5 см (I слой)	5—15 см (II слой)	15—30 см (III слой)	30—45 см (IV слой)
1934/35	5	15	45	35
1935/36	10	45	30	15

Таблица 8

Выход жука и температура почвы на разной глубине (Смела, 1935/36 г.)

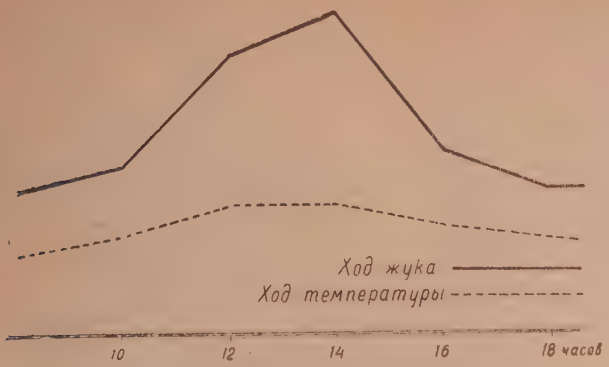
Год наблюдения	Дата	Температура почвы									Процент собранного жука на данное число	Из каких слоев вышел собранный жук
		На глубине 10 см			На глубине 20 см			На глубине 40 см				
		Средняя	Максимальная	Минимальная	Средняя	Максимальная	Минимальная	Средняя	Максимальная	Минимальная		
1935	15/IV	9,4	12,4	5,1	9,1	10,7	6,3	8,3	8,8	7,1	7	I
	26/IV	10,6	11,4	9,6	10,5	11,3	9,8	9,7	9,8	9,5	56	I, II, III
	8/V	12,6	15,3	9,4	12,0	13,1	9,9	10,1	10,6	9,8	78	I, II, III, IV
	13/V	14,4	17,2	10,8	13,3	14,9	10,8	11,3	11,8	10,7	86	I, II, III, IV
	20/V	17,5	20,1	14,8	13,1	17,3	14,8	13,3	14,4	13,4	97	I, II, III, IV
1936	17/IV	11,2	14,3	8,1	9,6	11,0	8,2	7,7	8,9	7,2	3	I
	26/IV	12,8	16,5	8,9	11,6	15,0	9,3	9,6	10,1	9,3	14	I, II
	30/IV	16,0	19,2	12,2	14,6	16,7	12,8	12,3	12,7	12,1	70	I, II, III
	5/V	19,7	33,0	7,5	15,4	18,9	11,6	14,8	16,8	12,8	99	I, II, III, IV

Суточный ход жука. Свекловичный долгоносик передвигается днем, находясь в ночные часы в состоянии покоя. Чтобы выявить особенности дневного передвижения жука, были проведены беспрерывные наблюдения за его ходом в течение всего дня с измерением в то же время температуры на поверхности почвы (табл. 9, фиг. 4, 5, 6 и 7).



Фиг. 4. Зависимость хода жука от температуры (Смела, 1935 г., солнечно)

Рассмотрение полученных данных приводит к заключению, что ход долгоносика в течение дня связан с температурой на поверхности почвы и инсоляцией. В пределах приведенных температурных рядов количество жука в колодцах увеличивалось с возрастанием температуры. Распределение дневных температур в период наблюдений было неодина-



Фиг. 5. Зависимость хода жука от температуры
(Смела, 1936 г., солнечно)

Фиг. 6. Зависимость хода жука от температуры
(Смела, 1935 г., облачно)

Фиг. 7. Зависимость хода жука от температуры
(Смела, 1936 г., облачно)

ково. Весь день 8 мая 1935 г. был сплошь солнечным, с общим числом солнечных часов (по гелиографу Величко) 10,4. Проходившие изредка верхние облака не отбрасывали тени на участок, где велись наблюдения. В связи с этим ход температуры на поверхности почвы был симметричным. Наиболее высокие температуры отмечены в период 12—14 часов (по солнцу) и в этот же период наблюдался наиболее сильный ход жука (см. фиг. 4). Такая же картина наблюдалась 17 апреля 1936 г. (см. фиг. 5).

7 мая 1935 г. погода была переменно-солнечная, общее число солнечных часов (по гелиографу Величко) составляло 6,9. Начиная с 10 час. утра периоды солнечного сияния чередовались с периодами тени, причем периоды сплошной тени достигали по продолжительности одного часа и более. В связи с большой облачностью в период между 10 и 14 часами, максимальные температуры передвинулись на период после 14 часов, и наиболее сильный ход жука имел место также после этого времени (см. фиг. 6). Подобное явление наблюдалось 22 апреля 1936 г. (см. фиг. 7).

Таблица 9

Зависимость хода жука от температуры (Смела, 1935, и 1936 гг.)

Дата	Погода	Показатели	Период дня по солнечному времени						Температура в начале наблюдений	Температура в конце наблюдений
			8—10 час.	10—12 час.	12—14 час.	14—16 час.	16—18 час.	18—20 час.		
7 мая 1935 г.	Облачно	Количество жука (экз.) .	47	95	86	140	131	45	—	—
		Средняя температура за период	19,9	21,9	22,8	25,8	21,5	17,4	18,0	16,8
8 мая 1935 г.	Солнечно	Количество жука (экз.) .	16	85	129	79	25	Не отм.	—	—
		Средняя температура за период	21,6	26,8	31,0	27,8	24,8	Не отм.	17,4	21,9
17 апреля 1936 г.	Солнечно	Количество жука (экз.) .	139	758	998	212	2	—	—	—
		Средняя температура за период	18,8	24,2	24,2	20,5	17,6	0°	15,0	17,6
22 апреля 1936 г.	Облачно	Количество жука (экз.) .	13	234	271	390	46	Не отм.	—	—
		Средняя температура за период	15,1	19,5	21,8	23,8	18,0	Не отм.	9,0	18,0
30 апреля 1936 г.	Солнечно	Количество жука (граммы)	600	1154	766	686	320	15	—	—
		Средняя температура за период	26,0	31,9	34,1	30,8	22,4	19,3	19,8	17,6

Путем анализа жуков, найденных при осенних и весенних раскопках, установлено, что количество самок обычно несколько больше количества самцов (см. табл. 10); в распределении же их по отдельным слоям почвы не наблюдается таких различий, которые позволяли бы заключить, что самки зимуют в более глубоких слоях, чем самцы (см. табл. 11). Тем не

менее при анализе жуков, попадающих в канавки, наблюдаются значительные изменения в относительном количестве самцов и самок в различные периоды хода жука (см. табл. 12).

Наблюдения за пробуждением и первым передвижением долгоносика ранней весной показывают, что самцы приходят в движение раньше самок. В числе осмотренных 450 экземпляров долгоносика, собранных в контрольных канавках за период от 17 марта до 15 апреля 1936 г., было 335 самцов или 75%. Анализ жуков из колодцев, систематически производившийся при дальнейших наблюдениях за ходом жука, показал, что до наступления периода массового хода жука—26 апреля—преобладали самцы, составляя более 80% общего количества долгоносиков. Перелом наступил 26 апреля, когда процент самок возрос до 40. Начиная с этого дня относительное количество самок неизменно возрастало, и в ближайший же день массового хода долгоносика, 29 апреля, количество самок уже было преобладающим. Это преобладание количества самок оставалось до конца массового хода долгоносика.

Анализ жуков свекловичного долгоносика имеет большое значение при решении вопроса о динамике хода жука. Преобладание самцов в колодцах канавок в первый период хода долгоносика является признаком того, что наибольший максимум хода жука еще не наступил и, наоборот, преобладание самок, наступающее в канавках во второй период хода жука, свидетельствует о том, что кривая хода долгоносика проходит через наибольший максимум и что период массового хода жука близится к концу.

Таблица 10

Относительное количество самцов и самок в почве (Смела, 1936 г.)

Место раскопок	Время раскопок	Всего найдено живых жуков	В том числе:			
			самок	%	самцов	%
Холодная	10—25/III	721	376	52	345	48
М. Смелянка	7—16/IV	656	335	51	321	49
Холодная	8/IX—31/X	2630	1344	51	1286	49

Таблица 11

Распределение самцов и самок в отдельных слоях почвы (Смела, 1936 г.)

Место раскопок	Время раскопок	Всего найдено живых жуков	Найдено в отдельных слоях почвы							
			0—5 см		5—15 см		15—30 см		30—45 см	
			♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
Холодная	10—25/III	721	77	67	186	175	113	103	—	—
М. Смелянка	7—16/IV	656	182	177	70	64	83	80	—	—
Холодная	8/IX—31/X	2630	67	54	198	228	743	686	236	318

Примечание. 10—25/III и 7—16/IV раскопки произведены до глубины 30 см.

Таблица 12

Относительное количество самцов и самок за период хода жука (Смела, 1936 г.)

Дата	Место сбора	Число анализированных экземпляров	Количество самок		Количество самцов		Примечание
			экземпляров	процент	экземпляров	процент	
16/IV	Холодная	500	76	15,2	424	84,8	Сбор за день
19/IV	„	500	69	13,8	431	86,2	„ „ „
21/IV	„	500	98	19,6	402	80,4	„ „ „
22/IV	„	500	64	12,8	436	87,2	„ „ „
26/IV	„	500	204	40,8	296	59,2	„ „ „
29/IV	„	500	276	55,2	224	44,8	„ „ „
30/IV	„	500	347	69,4	153	30,6	„ „ „
1/V	„	500	360	72,0	140	28,0	Утренний сбор
1/V	„	500	343	68,6	157	31,4	Вечерний сбор
4/V	„	500	343	68,6	157	31,4	Сбор за день
21/IV	М. Смелянка . . .	500	107	21,4	393	78,6	Сбор за день
22/IV	„ „ . . .	500	83	16,7	417	83,3	„ „ „
26/IV	„ „ . . .	500	156	31,2	344	68,8	Жук собран в 13 часов
26/IV	„ „ . . .	500	217	43,4	283	56,6	Жук собран в 22 часа
29/IV	„ „ . . .	500	306	61,2	194	38,8	Сбор за день
1/V	„ „ . . .	500	337	67,4	163	32,6	„ „ „

Выводы

1. Пробуждение жука свекловичного долгоносика весной на прошлогодних свеклянищах происходит при средней суточной температуре воздуха 6—7°, средней температуре на поверхности почвы 7—8° и при наличии солнечного сияния. На участках, где первые жуки приходят в движение под влиянием весеннего тепла, температура на поверхности почвы доходит в дни пробуждения жука до 15°, а температура почвы на глубине 5 см бывает в часы наибольшего нагрева более 10°.

2. Массовый ход жука наступает в солнечные дни со средней температурой воздуха около 10° и выше и со средней температурой на поверхности почвы около 12° и выше. В пасмурную погоду, даже при благоприятных температурах, ход жука не бывает сильным.

3. Жук не боится суточных колебаний температуры; массовый ход его бывает и в дни с отрицательными минимальными температурами. При характеристике хода жука минимальные температуры имеют второстепенное значение, ибо они приходятся на ту часть суток, когда долгоносик находится в состоянии покоя.

4. Главным фактором, от которого зависит весенний выход и передвижение жука, является солнечная радиация и связанные с ней температуры на поверхности почвы и в тех ее слоях, где жук зимовал. Кривая ручного сбора жука в канавках прошлогодних свеклянищ согласуется с кривой хода температуры на поверхности почвы за период сбора (фиг. 1—2).

5. Выход и передвижение жука в течение суток связаны с напряжением солнечной радиации. Обычно период максимального суточного хода долгоносика совпадает с периодом максимальных температур на поверхности почвы. Кривая ручного сбора жука в канавках согласуется с кривой хода температуры на поверхности почвы в течение дня (фиг. 4, 5, 6, 7).

6. Укрепившееся в энтомологической литературе по свекловичному долгоносику положение об одной или двух „волнах“ выхода жука в ме-

стах зимовки—неправильно. В действительности, сила хода жука изменяется в зависимости от погоды. В 1935 г. отмечено пять периодов сильного хода жука, пять „волн", с максимумами 15 и 25 апреля, 7—8, 13 и 18 мая. В 1936 г. отмечено три периода сильного хода жука, три „волны", с максимумами 16—17, 26 и 29—30 апреля.

7. Ход долгоносика на прошлогодних свеклянищах заканчивается к тому времени, когда все слои, в которых залегает жук, прогреваются до температуры выше 10° (см. табл. 8). Появление значительных количеств жука в колодцах канавок, окружающих посевы и высадки свеклы в июне и июле не означает, как считают некоторые энтомологи, „новой волны жука". В действительности, как показывают наблюдения, в канавках и колодцах скопляются жуки, находившиеся до этого времени на полях. Это свидетельствует о том, что наиболее сильная угроза от жука уже миновала, что период повышенной жизнедеятельности долгоносика весеннего выхода, период усиленного кормления, массового спаривания и массовой откладки яиц уже закончился и наступает естественное отмирание жука.

8. При диагнозе и местном краткосрочном прогнозе о ходе свекловичного долгоносика вполне пригодны метеорологические данные о солнечном сиянии, температуре на поверхности почвы и в различных ее слоях, а также о виде, продолжительности и времени выпадения осадков.

9. Относительное количество самцов и самок в период хода долгоносика не остается постоянным и служит важным признаком при решении вопроса о динамике хода жука. Преобладание самцов при сборах в канавках прошлогодних свеклянищ является признаком того, что наибольший максимум хода долгоносика еще впереди. Преобладание же в канавках самок свидетельствует о наступлении наибольшего максимума хода долгоносика и о том, что массовый ход жука близится к концу.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

З. А. ПОЖАР

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ИНКУБАЦИОННОГО ПЕРИОДА ЦЕРКОСПОРОЗА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ[1]

(Лаборатория фитопатологии ВНИС)

В химической борьбе с церкоспорозом сахарной свеклы большое значение имеет выбор сроков для обработки (опрыскивания или опыливания) растений ядами.

Обрабатывая растения ядами, мы создаем условия, при которых споры теряют способность к прорастанию; таким образом прекращается дальнейшее развитие болезни.

Сроки обработки свекловичных растений ядами для защиты от церкоспороза должны устанавливаться в зависимости от продолжительности инкубационного периода церкоспороза и наличия условий, благоприятствующих спорообразованию.

В инкубационный период грибок развивается внутри тканей листа и пятно, образующееся на листе по окончании инкубационного периода, есть результат отмирания тканей листа под влиянием грибка.

Только после окончания инкубационного периода, когда на листьях появляются пятна, грибок может дать спорообразование, если для этого имеются в наличии благоприятные условия, т. е. температура не ниже 7—8° и влажность воздуха выше 60%.

Условия, благоприятствующие спорообразованию, являются благоприятными и для заражения, поэтому обработка свекловичных растений ядами с целью предупреждения заражения и дальнейшего распространения болезни должна быть произведена ко времени окончания инкубационного периода.

Поскольку инкубационный период церкоспороза бывает коротким (иногда менее 10 дней), то и заражение может происходить несколько раз за период вегетации сахарной свеклы; отсюда вытекает необходимость в нескольких обработках свеклы ядами в течение вегетации.

Определение сроков опрыскивания или опыливания растений ядами, на основании изучения инкубационного периода болезней, получило широкое применение в производственных условиях.

Так, например, Мюллер, много лет изучавший зависимость продолжительности инкубационного периода мильдью от температуры, составил кривую инкубационных периодов этой болезни, успешно применяемую теперь при опрыскиваниях виноградной лозы против мильдью. Принц (5) и Эбергардт (1), пользовавшиеся кривой Мюллера в СССР при лечении винограда от мильдью по инкубационным периодам, отмечают высокую эффективность этого способа борьбы.

[1] Предварительное сообщение.

Шатский (6), Мержаниан и Липецкая (2) разработали вопрос о пользовании переменными температурами при определении инкубационного периода мильдью, что еще более упрощает применение кривой Мюллера на практике.

В отношении других болезней растений известны работы Наумовой (3, 4), в которых дается номограмма бурой и желтой ржавчины пшеницы, позволяющая по средней, максимальной и минимальной температуре установить продолжительность инкубационного периода ржавчины.

Также изучен инкубационный период парши плодовых деревьев, фитофторы картофеля и некоторых других болезней.

Некоторыми исследователями аналогичная работа велась и в отношении церкоспороза, но небольшие масштабы этих исследований не позволяли пока сделать окончательных выводов, которые послужили бы руководством в выборе сроков для опрыскивания ядами свекловичных растений.

Поскольку инкубационный период церкоспороза связан с ростом гриба внутри тканей листа, интересно привести данные о влиянии температуры на развитие гриба Cercospora beticola Sacc. в чистой культуре.

Так, Coons G. and Larmer G. (9) указывают, что температура в 19—26° является оптимальной для развития гриба: при этой температуре происходит наибольший рост мицелия и наблюдается нормальная окраска его.

Stolze (11) также указывает, что при низких (5°) и высоких (35° и выше) температурах происходит слабый рост мицелия, а при 40° он совершенно прекращается.

Pool and Mc Kay (10) отмечают, что при температуре в 34°,7, 35°,8, 40°,6, гриб не растет и что резкие изменения температуры приостанавливают рост мицелия. По их данным, наиболее благоприятные температуры для роста гриба: 20° ночью и 30° днем.

Влияние температуры на продолжительность инкубационного периода церкоспороза изучали Stolze и Schmidt, по данным которых продолжительность инкубационного периода церкоспороза при почти равных температурах колеблется в очень широких пределах. Так, при средней температуре в 16°,9 продолжительность инкубационного периода составляла 24 дня, при температуре 16°,5—29 дней и при 16°,3 в одном случае 37, а в другом 45 дней.

Учитывая недостаточность и разноречивость этих данных, в наших исследованиях мы поставили перед собой задачу более глубокого анализа динамики температуры за весь инкубационный период. С этой целью нами использованы данные В. Н. Шевченко (Белоцерковская станция) и Л. Е. Елецкой (Первомайская станция), кроме того, в 1936 и 1937 гг. проведены специальные опыты во ВНИС. Метод исследования был принят следующий.

Заражение растений церкоспорой производилось путем нанесения в фиксированных местах на листья одного возраста капель воды со спорами (Белая-Церковь, Первомайская станция, ВНИС, 1937 г.) или же опрыскиванием суспензией спор всего растения (ВНИС, 1936 г.). После нанесения спор, растения выдерживались сутки во влажной камере, а затем помещались в вегетационный домик (ВНИС) или на поле (Белая-Церковь, Первомайская станция). Во ВНИС рядом с подопытными растениями были установлены термограф и гигрограф, что обеспечило возможность точного учета метеорологических условий, влияющих на продолжительность инкубационного периода.

Все использованные нами в настоящей работе опыты составляют 61 серию, из них 38 серий проведены во ВНИС, 8 серий на Белоцерковской станции и 15 серий на Первомайской станции.

Результаты наблюдений приводятся в следующей таблице (табл. 1).

Таблица 1

Продолжительность инкубационного периода церкоспороза в зависимости от температуры

Продолжительность инкубационного периода (в днях)	Количество серий	Средняя температура для инкубационных периодов (в градусах)	Колебание средних температур отдельных серий (в градусах)	Максимальная температура (в градусах)	Минимальная температура (в градусах)	Месяц заражения
15	2	25,0	26,0—24,1	38,1—36,1	15,5—15,0	Июнь—июль
14	3	23,5	25,7—20,8	38,0—31,9	12,0—9,5	Июль
13	6	21,8	25,0—20,4	37,7—31,9	13,8—9,5	Июнь—июль—август
12	10	21,3	24,9—19,7	38,1—30,4	14,5—10,2	Июнь—июль—август
11	3	23,3	25,7—19,9	37,7—30,4	13,9—12,7	Июль—август
10	5	21,1	22,5—19,2	34,5—28,5	13,8—11,1	Июнь—июль—август
8	1	19,7	—	30,0	14,0	Август
7	1	19,0	—	24,9	10,3	Май
9	2	17,8	17,8—17,7	29,9—29,0	10,0	Август
11	2	18,3	18,3—18,3	27,0	10,0	Сентябрь
12	1	18,3	—	27,0	11,5	Август
13	4	17,8	18,8—16,1	27,0	10,0	Август—сентябрь
14	4	17,9	18,3—17,7	33,2—27,0	10,4—9,5	Сентябрь
15	1	18,7	—	27,0	13,0	Август
17	1	16,2	—	26,4	4,0	Сентябрь
19	1	16,0	—	27,8	6,5	Август
20	1	16,2	—	27,8	8,0	Август
22	1	14,6	—	25,0	2,4	Апрель
25	1	15,6	—	31,1	4,0	Сентябрь
26	1	13,7	—	27,5	2,8	Сентябрь
30	1	10,0	—	27,0	0,2	Сентябрь
32	1	10,9	—	27,0	0,2	Сентябрь
52	1	7,6	—	19,0	— 1,5	Сентябрь—октябрь
57	1	8,1	—	20,5	— 1,5	Сентябрь—октябрь

В таблице данные сгруппированы по показателям продолжительности инкубационного периода в связи с температурой, причем, исходя из того, что наименьший инкубационный период получился при средней температуре 19°, те группы серий, которые имеют среднюю температуру выше и ниже этой температуры, разделены, и в пределах этих разделов составлены группы серий, имеющих одинаковую продолжительность инкубационного периода.

Не приводя данных для каждой серии в отдельности, мы добавляем графу, показывающую границы колебания средних температур одинаковых инкубационных периодов. Максимальная и минимальная температуры также представлены в границах колебания температур за одинаковые инкубационные периоды.

Как видно из таблицы, продолжительность инкубационного периода колебалась в пределах 7—57 дней. Чаще всего повторялся инкубационный период в 10—13 дней, составляющий в наших опытах 44% всех инкубационных периодов.

Наименьший инкубационный период (7 дней) наблюдается при средней температуре 19°, максимальной—не выше 25° и минимальной—не ниже 10°.

С повышением температуры (как средней, так и максимальной), инкубационный период удлиняется, причем это удлинение тем больше, чем продолжительнее период с повышенными температурами (табл. 2).

Таблица 2

Зависимость продолжительности инкубационного периода от количества дней с максимальной температурой

Продолжительность инкубационного периода (в днях)	Количество дней с разным уровнем максимальной дневной температуры (в процентах от общего их числа во время инкубационного периода)						
	Ниже 20°	20—25°	25—30°	30—35°	35—37°	37—38°	38—39°
7	0	100	0	0	0	0	0
8	25	25	50	0	0	0	0
9	17	40	43	0	0	0	0
10	4	22	58	16	0	0	0
11	3	9	37	42	3	6	0
12	0	13	38	20	2	1	1
13	3	10	57	26	3	1	0
14	0	9	42	31	16	0	2
15	0	3	20	63	7	0	7

В вегетационном опыте ВНИС, при помощи термографа, фиксирующего температуру в зоне подопытных растений, была возможность учесть не только количество дней с максимальными температурами, но и продолжительность периода повышенных температур. Из этих данных видно, что инкубационный период удлиняется по мере увеличения продолжительности времени с температурой выше 25°. Так, при инкубационном периоде в 8 дней время с температурой выше 25° составляет 7%, при 11 днях — 11%, при 12 днях — 16% и при инкубационном периоде в 13 дней—18%.

С понижением температуры как средней, так и минимальной (ниже 15°) инкубационный период также удлиняется. Это удлинение тем сильнее, чем больше продолжительность времени с низкими температурами (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость продолжительности инкубационного периода от количества дней с температурами ниже 15°

Продолжительность инкубационного периода (в днях)	Температура за инкубационный период (в градусах)			Количество дней с разным уровнем температур ниже 15° (в процентах от общего их числа в инкубационный период)				Количество дней с минимальной температурой ниже 15° в % от общей продолжительности инкубационного периода
	Средняя	Максимальная	Минимальная	<5	5—10	10—15	>15	
8	19,7	30,0	14,0			1	99	25
10	19,8	28,5	11,5			16	84	70
11	18,3	27,0	10,0			21	80	82
12	18,3	27,0	11,5			12	82	71
13	18,3	27,5	10,0			22	88	77
14	18,0	27,0	9,5		1	23	76	86
17	16,2	26,4	4,0		9	29	62	88
30	10,0	27,0	0,2	17	39	25	19	97
32	10,9	27,0	0,2	16	34	22	28	94
52	7,6	19,0	— 1,5	25	49	23	3	90
57	8,1	20,5	— 1,5	23	45	26	1	100

Таким образом, температуры, при которых наблюдается самый короткий инкубационный период, в наших опытах следует считать в пределах 15—25°. При температурах выше 25° и ниже 15° инкубационный период удлиняется.

Очень часто инкубационный период церкоспороза удлиняется при одновременном повышении максимальной температуры и понижении минимальной температуры. Это усложняет пользование средними температурами при определении продолжительности инкубационного периода. Поэтому такие случаи в табличные материалы не включались. Примером таких вариантов могут быть следующие инкубационные периоды (табл. 4).

Таблица 4

Продол жительность инкубационного периода церкоспороза при одновременном повы шении максимальной температуры и понижении минимальной температуры

Продолжительность инкубационного периода (в днях)	Средняя температура за инкубационный период (в градусах)	Максимальная температура за инкубационный период (в градусах)	Количество дней с максимальной температурой выше 25°	Минимальная температура за инкубационный период (в градусах)	Количество дней с минимальной температурой ниже 10°
7 дней	19,0	25	0	10,3	0
13 „	22,0	32,8	11	7,8	2
18 „	20,0	33,0	15	5,8	5
26 „	22,4	38,2	22	9,0	2

Результаты наших исследований частично совпадают с приведенными выше данными Coons'a и Larmer'a о влиянии температуры на рост мицелия Cercospora beticola Sacc. в чистой культуре.

Следует отметить, что в некоторых случаях указанная выше зависимость инкубационного периода от температуры не сохраняется. Это особенно касается температуры около 18°, при которой продолжительность инкубационного периода колеблется в пределах от 9 до 15 дней. Однако, в целом зависимость инкубационного периода от температуры ясно выражена. Поэтому выводы из наших опытов для руководства при выборе сроков обработки ядами сахарной свеклы в борьбе с церкоспорозом ориентировочно могут быть представлены в следующем виде (табл. 5).

Таблица 5

Продолжительность инкубационного периода церкоспороза, которую следует ожидать при разных температурах

Средняя температура воздуха	Максимальная температура воздуха	Минимальная температура воздуха	Ожидаемая продолжительность инкубационного периода
23—26°	35° и выше—до 39°	Не ниже 10°	12—15 дней
20—22°	Выше 30°, но не выше 35°	„ „ 10°	10—13 „
Около 19°	Выше 25°, но не выше 30°	„ „ 10°	8—9 „
„ 19°	Не выше 25°	„ „ 10°	Около 7 „
18°	„ „ 30°	„ „ 10°	12—15 „
„ 16°	„ „ 30°	Около 10°	13—14 „
„ 16°	„ „ 30°	Ниже 10°	До 20 „
13°—16°	„ „ 30°	„ 5°	20—28 „
10°	„ „ 30°	„ 5°	30—32 „
7°—8°	„ „ 25°	„ 0°	52—57 „

Выводы

Зная зависимость продолжительности инкубационного периода церкоспороза от температуры, мы можем на этом основании устанавливать сроки обработки сахарной свеклы ядами для защиты от церкоспороза.

Практически это должно осуществляться следующим образом. Путем тщательного наблюдения за посевами свеклы в начальный период ее роста (примерно, во время смыкания рядков) устанавливается момент появления первых пятен церкоспороза. Первая обработка свеклы ядами производится тотчас после наступления условий, благоприятствующих спорообразованию на первых пятнах (после дождя, при повышенной влажности воздуха, при обильной росе и т. д.). Цель первой обработки—не допустить вторичного заражения, которое может произойти в это время.

С момента возможного вторичного заражения производятся наблюдения за суточной температурой (средней, максимальной и минимальной) и определяется окончание второго инкубационного периода. Вторичная обработка ядами производится сразу же после окончания второго инкубационного периода, если налицо условия, благоприятные для спорообразования и, следовательно, возможно третье заражение.

С момента возможного третьего заражения, в том же порядке, снова ведутся наблюдения за температурой и устанавливается время окончания инкубационного периода, а в связи с этим и срок третьей обработки ядами.

Три-четыре обработки свекловичных растений ядами, проведенные в сроки, устанавливаемые по продолжительности инкубационных периодов церкоспороза, вполне достаточны для полного подавления инфекционного начала и прекращения развития этой вредоноснейшей болезни уже в самом начале вегетации сахарной свеклы. А это, в свою очередь, приведет к резкому уменьшению или к полному устранению тех огромных потерь, которые причиняет церкоспороз нашему народному хозяйству.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эбергардт Г. Опыт применения в Дагестане кривой инкубационных периодов Карла Мюллера. Журнал Виноградарства, виноделия и виноторговли СССР № 4, 1930.
2. Проф. А. С. Мержаниан и А. Д. Липецкая. Влияние на продолжительность инкубационного периода болезни виноградной лозы—мильдью постоянных и переменных температур. „Советская ботаника“, № 3, 1936.
3. Н. А. Наумова. Влияние температуры и влажности воздуха на инкубационный период Puccinia triticina. „Защ. раст.“, № 5, 1935.
4. Н. А. Наумова. Естественные колебания температуры и продолжительность инкубационного периода Puccinia glumarum. „Заш. раст.“, № 12, 1937.
5. Я. И. Принц. Современный способ лечения мильдью винограда. „Болезни растений“, № 1, 1924.
6. А. А. Шатский. Лечение виноградной лозы от мильдью по инкубационным периодам. „Защ. раст.“, № 6, 1935.
7. В. М. Шевченко. Про добір стійких до церкоспори сортів цукрового буряку. „Тр. Белоцерковской сел. станции“, 1932.
8. А. А. Ячевский. Основы микологии, 1933.
9. Coons G. H. and Larmer G. The physiology and variations of Cercospora beticola in pure culture. Michigan Acad of science Arts an leters V, XI 1929 г.
10. Pool; Venus W. and Mc Kay M. B. Climitic conditions as relaced to Cercospora beticola. Journ. of agr. Res Bd. 6, 1916.
11. Stolze Karl Victor. Beitrage Zur Biologie Epidemiologie und Bekampfung der Blatt fleccenkrankheiten der Zuekerrübe.
Arb Biel Reichs 1931 19 B d p 4.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

Н. И. САЛУНСКАЯ

ХИМИЧЕСКИЕ МЕРЫ БОРЬБЫ С ЦЕРКОСПОРОЗОМ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ[1]

В системе мероприятий по борьбе с церкоспорозом одно из первых мест должно принадлежать химическим мерам: опрыскиванию и опыливанию растений фунгисидами. В настоящее время эти мероприятия являются наиболее эффективными. Как показали многочисленные опыты, произведенные в разных странах, химические меры борьбы с церкоспорозом почти наполовину уменьшают потери от этой болезни, а прибавки в урожае сахара, получаемые в результате применения указанных мер, намного превышают по своей стоимости связанные с этим небольшие расходы.

Химические меры борьбы с церкоспорозом являются профилактическими мерами, а не лечебными: они предупреждают заражение, но не излечивают от болезни. Сущность действия опрыскивания и опыливания растений фунгисидами состоит в том, что споры грибка, которые производят заражение, теряют способность к прорастанию и погибают на листьях, покрытых фунгисидами.

Надо, однако, иметь в виду, что ростковые трубки спор, проникшие в ткани листа, и образовавшийся из них мицелий не подвергаются действию фунгисидов. Поэтому необходимо, чтобы применяемый фунгисид обладал достаточной токсичностью для спор грибка и был применен до проникновения ростков спор в ткани листа, т. е. до заражения растений.

Фунгисиды. Пригодность фунгисидов для опрыскивания и опыливания определяется:

1. Их токсичностью для грибка, которую возможно определить путем учета гибели спор при различных концентрациях фунгисида (табл. 1).
2. Их эффективностью, определяемой по степени увеличения урожая в результате применения фунгисида и по уменьшению поражения церкоспорозом (табл. 2).
3. Безвредностью фунгисидов для растения.
4. Безопасностью для здоровья людей и животных.
5. Дешевизной.
6. Несложностью техники их использования.
7. Фунгисиды должны обладать хорошей прилипаемостью и не смываться легко дождями.

---

[1] В настоящей статье использованы результаты коллективной работы специалистов-фитопатологов селекционных станций, проводящих полевые испытания и участвующих в проработке программ и схем опытов. На отдельных селекционных станциях работу проводили тт. В. Н. Шевченко (Белоцерковская станция), М. К. Фомюк (до 1931 г.) и Е. Л. Елецкая (Первомайская станция), Н. В. Брояковский и З. А. Мисевич (Ивановская станция), С. А. Смирнов (до 1934 г., Мироновская станция), А. Я. Овчаренко (Верхнячская станция), А. И. Нассонов и И. М. Краснощеков (Уладовская станция).

В изучении экологии болезни, необходимом для правильного установления сроков химической обработки, большую помощь оказали специалисты экологической лаборатории ВИЗР К. И. Степанов и Н. А. Наумова.

Таблица 1

Токсичность различных фунгисидов для спор церкоспоры

Название фунгисида	Дозировка	Степень прорастания спор через сутки (в баллах)[1]
Медный купорос	0,002%	0
„ „	0,001%	1—0
„ „	0,0001%	4
Бордосская жидкость	0,002%	0
Нафтенаты меди	0,05%	0
„ „	0,025%	2—3
МИП (медно-известковый порошок)	4 кг на 1 га	0
Купфермеритоль	4 „ „ 1 „	0
„	2 „ „ 1 „	1
Бордосский порошок	8 „ „ 1 „	0
Препарат АБ	4 „ „ 1 „	3—4
„	50 „ „ 1 „	2
„	100 „ „ 1 „	1—0
„	200 „ „ 1 „	1—0
Ультрасера	200 „ „ 1 „	3
Сера	200 „ „ 1 „	3
Известь-пушонка	200 „ „ 1 „	5

Таблица 2

Эффективность фунгисидов по данным полевых опытов селекционных станций

Название фунгисида	Прибавки в урожае сахара (в процентах от контроля)				Уменьшение степени поражения (в процентах от контроля)				
	1933—1934 гг.	1935 г.[2]	1936 г.	1937 г.	1933 г.	1934 г.	1935 г.	1936 г.	1937 г.
Контроль	—	—	—	—	2,54	3,56	0,39	1,91	—
Бордосская жидкость	23	6	11	20,5	17	8	15	34	48
МИП	—	5	8	15,8	—	—	15	20	43
Бордосский порошок	24	—	—	—	—	—	—	—	—
Препарат АБ	19	4,7	7	—	10	5	20	19	—
Купфермеритоль	23	—	13	—	—	6	—	25	—
Нафтенаты меди	—	—	5—19	9,2	—	—	—	—	16
Ультрасера	8	6	—	—	—	2	17	—	—
Сера	8	6	—	—	5	2	—	—	—

С целью испытания фунгисидов, в системе Главсахара в течение ряда лет производились полевые опыты на Белоцерковской, Первомайской, Ивановской и Верхнячской селекционных станциях, по методике, разработанной В. Н. Шевченко. Лабораторные опыты проводились в лаборатории ВНИС.

Методика полевых опытов. Полевые опыты проводились на 20-метровых четырехрядковых делянках десятикратной повторности. Заражение производилось сухими пораженными листьями прошлого года и путем опрыскивания суспензией спор. В каждой повторности оставлялось по одной незараженной делянке. Контрольных делянок (не подвергавшихся обработке фунгисидами) было по две: зараженная и незараженная. На

[1] Баллом 5 определяется степень прорастания спор в воде.

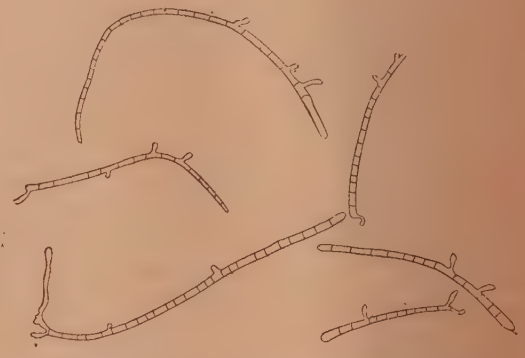
[2] В 1935 г. эффективность борьбы была ничтожна, в виду слабого развития церкоспороза.

Первомайской станции (Краснодарский край), где степень поражения в большинстве случаев очень высока, искусственного заражения не производилось. Степень поражения определялась по шкале Шевченко.

Методика лабораторных опытов. Токсичность фунгисидов для спор церкоспоры определялась по следующему методу: предметные стекла опрыскивались или опыливались определенными дозами фунгисида (опыливание производилось прибором И. И. Кораба), после чего на них наносились капли суспензии свежих спор, снятых кистью с пораженных живых листьев.

При испытании жидких фунгисидов, с целью получения более точных результатов, суспензия спор предварительно смешивалась с раствором

Фиг. 1. Прорастание спор церкоспоры в чистой воде через 6 часов



Фиг. 2. Прорастание спор церкоспоры в растворе медных соединений (препарат АБ) через 24 часа

фунгисида и капли смеси наносились на предметные стекла. Стекла после этого помещались во влажные камеры, в чашки Петри, дно которых устилалось влажной фильтровальной бумагой. Через сутки стекла вынимались, высушивались, окрашивались anilin-blau и просматривались под микроскопом.

Степень прорастания определялась по баллам по такой шкале:

0—отсутствие прорастания;

1—очень короткие ростки, длина их не более длины одной клетки споры. В этом случае бывает обычно менее 50% проросших спор;

2—длина ростков равна длине 2—3 клеток споры, иногда достигает длины $^1/_4$ всей споры. Проросших спор обычно более 50%;

3—длина ростков достигает $^1/_3$—½ длины всей споры;

4—длина ростков равна длине целой споры и даже более. Все споры проросли;

5—длина ростков в 2—3 раза больше длины самой споры. Все споры проросли.

Характер роста спор при действии на них не содержащих медь фунгисидов изменяется: в нормальных условиях прорастание начинается с основной клетки споры, затем прорастает конечная клетка и, только после этого, ростки появляются у средних клеток (фиг. 1); при действии медьсодержащих фунгисидов, наоборот, начинают прежде прорастать средние клетки и основные, а конечные часто вовсе не прорастают (фиг. 2).

Вероятно, эти клетки споры наиболее чувствительны к воздействию меди. Кроме того, ростки при этом бывают более короткими и толстыми.

Поражаемость листьев, покрытых фунгисидами, проверялась на растениях, выращенных в вегетационных сосудах. Половинки листьев или же отдельные участки их обрабатывались фунгисидами, другие половинки или участки оставлялись для контроля. После этого листья заражались путем опрыскивания суспензией свежих спор и растения выдерживались сутки во влажной камере. По окончании инкубационного периода подсчитывалось количество пятен на опыленной и не опыленной площади.

Наиболее испытанным фунгисидом в борьбе с церкоспорозом является бордосская жидкость. Первое упоминание о ее применении мы находим у Штифта в 1900 году (15). Широкое применение ее начинается с 1920 г., когда эпифитотии церкоспороза стали слишком часты в Европе, Америке и Японии. Токсическое действие бордосской жидкости обусловлено в основном медным купоросом. Schmidt (14) указывает на очень малую токсичность медного купороса для спор церкоспоры; в его опытах споры прорастали даже в 0,5% растворе медного купороса; в опытах Costa (5) в 0,125% растворе медного купороса прорастания спор не наблюдалось вовсе и слабое прорастание было лишь в 0,01% растворе.

Токсическое действие медного купороса на прорастание спор, по нашим исследованиям, оказывают чрезвычайно слабые его концентрации—от 0,00001 до 0,000001%; однако, токсическое действие таких концентраций проявляется только в первые часы прорастания спор, и уже через 12 часов рост спор в этих концентрациях нормальный. Споры не прорастают в течение суток в 0,002% растворе медного купороса и только при 0,001% проявляется начало роста.

Фиг. 3. Лист сахарной свеклы, зараженный церкоспорой. Левая сторона листа опрыскана бордосской жидкостью, правая—не опрыскана

В случае более продолжительной экспозиции рост происходит при значительно больших концентрациях: при прибавлении к питательной среде медного купороса в концентрации 0,5% в чистой культуре появлялись колонии грибка, хотя значительно позже, чем в контрольной среде.

Таким образом, смертельная доза (dosis tolerata) медного купороса представляет собой довольно высокую концентрацию—выше 0,5%, тогда как токсическая доза (dosis toxica) очень мала.

Поскольку dosis tolerata медного купороса довольно велика, не следует применять очень слабые концентрации бордосской жидкости, например 0,5%, как это рекомендуют некоторые авторы. Такая концентрация бордосской жидкости была испытана на Белоцерковской и Первомайской станциях в 1932—1933 гг. и оказалась менее эффективной, чем однопроцентная.

Некоторые иностранные авторы (11) применяли еще большие концентрации—2%, 3% и 5%, но эффективность опрыскивания при таких концентрациях не увеличивалась.

1% бордосская жидкость—наиболее эффективный фунгисид для борьбы с церкоспорозом.

При лабораторных испытаниях листья, опрысканные бордосской жидкостью, не заражались церкоспорой (фиг. 3).

Высокая эффективность бордосской жидкости объясняется отчасти ее хорошей прилипаемостью—осадок бордосской жидкости держится на листьях до 20 дней и мало смывается дождями. При промежутках между опрыскиваниями около 10 дней осадок бордосской жидкости все время держится на листьях.

Кроме того, бордосская жидкость оказывает стимулирующее действие на растения: опрыскивание бордосской жидкостью дает прибавки в урожае сахара в 5—10%, а иногда и 17%, даже в годы слабого развития церкоспороза, когда вред от болезни ничтожен. Причина стимулирующего действия бордосской жидкости может заключаться в усилении процессов ассимиляции у опрысканных растений, как это выяснено для картофеля (Mader) и некоторых других растений. Однако, физиологическое действие бордосской жидкости на свеклу не изучалось.

Опрыскивание растений суспензией извести, без прибавления медного купороса, не уменьшает поражения, но несколько увеличивает урожай, что видно из следующих данных (табл. 3).

Таблица 3

Эффективность опрыскивания растений суспензией извести

Фунгисид	1935 г.		1936 г.	
	Балл поражения уменьшился (в баллах)	Урожай сахара увеличился	Балл поражения уменьшился (в баллах)	Урожай сахара увеличился
Опрыскано 1% бордосской жидкостью	—0,03	+ 6%	—0,72	+10%
Опрыскано 2% суспензией извести	+0,01	+ 8%	—0,18	+ 3%

Следовательно, увеличение урожая, вызываемое бордосской жидкостью, отчасти может быть приписано действию налета извести на листьях.

Медно-известковый порошок (Copper lime dust, МИП). Этот фунгисид довольно широко применяется заграницей взамен бордосской жидкости. Он составляется из одной части обезвоженного медного купороса и четырех частей извести-пушонки.

В наших испытаниях установлена высокая токсичность этого препарата для спор церкоспоры (табл. 1). При испытании в полевых опытах по эффективности он немногим уступал бордосской жидкости (табл. 2). Недостатком этого препарата следует считать большой расход медного

купороса (при расходе смеси 40 кг на 1 га потребуется на одну обработку 12 кг водного медного купороса), что и служит главнейшим препятствием к его широкому применению. Кроме того, он иногда вызывает ожоги листьев.

Препарат АБ. Обычно употребляемый для сухого протравливания семян злаков, этот препарат испытывался в опытах по борьбе с церкоспорозом путем опыливания. Токсичность препарата слабая: даже при очень больших дозах, которые обычно никогда не применяются (до 200 кг на 1 га) иногда наблюдалось прорастание спор (см. таблицу 1).

Листья, опыленные препаратом АБ, подвергались довольно сильному заражению церкоспорой.

В полевых испытаниях препарат АБ оказался менее эффективным, чем бордосская жидкость и МИП.

Расход препарата на 1 га—от 20 до 40 кг; при употреблении 20 кг следует добавлять еще 20 кг извести-пушонки.

Бордосский порошок. Бордосский порошок представляет собой высушенный осадок бордосской жидкости. При испытании в опытах селекционных станций в 1934 году оказался достаточно токсичным и эффективным (табл. 1 и 2), однако, вследствие трудности получения, — мало перспективен.

Фиг. 4. Лист сахарной свеклы, зараженный церкоспорой и опыленный купфермеритолем. Очерченное место не опылено

Купфермеритоль. Купфермеритоль—это новый порошкообразный фунгисид, выпущенный в СССР впервые Научно-исследовательским институтом фунгисидов (НИИФ). Представляет собою комплексное соединение меди и мышьяка; содержит 10—18% меди и до 20% пятиокиси мышьяка. В лабораторных испытаниях проявил большую токсичность для спор церкоспоры; при употреблении его в количестве 2 кг на 1 га споры часто не прорастали. В полевых испытаниях, при расходе препарата около 20 кг на 1 га, купфермеритоль оказался наиболее эффективным из всех испытанных нами фунгисидов и единственным, превосходящим по эффективности даже бордосскую жидкость.

При испытании на листьях участки, опыленные купфермеритолем, остались непораженными (фиг. 4).

Нафтенаты меди. Концентраты нафтенатов меди, полученные от Азербайджанской станции защиты растений, с содержанием меди около 1%, были испытаны для борьбы с церкоспорозом в 1936 и 1937 гг. в виде 1% эмульсии. По токсичности и эффективности они уступают бордосской жидкости. Однако, благодаря небольшому расходу меди и легкости приготовления эмульсий в сравнении с приготовлением бордосской жидкости, эти препараты могут получить широкое применение. Одним из недостат-

ков их следует считать наблюдавшуюся в некоторых случаях ожигаемость листьев.

Остальные фунгисиды, испытанные в полевых и лабораторных условиях, оказались непригодными для борьбы с церкоспорозом либо потому, что они обладают слабой токсичностью и мало эффективны (сера, ультрасера, серно-известковый отвар), либо вследствие ожигаемости листьев (сюда относятся обладающие высокой токсичностью соединения мышьяка—талькарсин, ниварсин и др.).

Количество и сроки проведения обработок

Для получения наибольшего эффекта от химической борьбы, необходимо, чтобы ко времени заражения по возможности все листья были покрыты фунгисидами.

Поэтому при проведении химических обработок надо знать, когда происходит заражение. Мы лишены возможности непосредственно наблюдать момент заражения церкоспорой, так как оно происходит путем проникновения в устьице листа ростков микроскопически малых спор. Но этот момент вполне возможно установить по метеорологическим факторам, изучив зависимость основных моментов в развитии болезни от условий погоды. Для этого необходимо знать: 1) условия спорообразования, 2) условия заражения, 3) зависимость продолжительности инкубационного периода (т. е. промежутка времени от заражения до видимого проявления пятна) от внешних условий.

Первым условием заражения растений церкоспорой является наличие спор. Споры образуются на пятнах только при высокой влажности воздуха. Чем выше влажность воздуха, чем дольше она держится, тем больше образуется спор. Поэтому наиболее обильное спорообразование наблюдается в дни после дождей и при обильных росах. Споры образуются и в тех случаях, когда влажность воздуха ночью и утром была не менее 85%. Образование спор происходит при довольно низких температурах—даже при минимумах, доходящих до 6 — 7°, при средней суточной температуре 12—14°.

Заражение происходит, если высокая влажность воздуха продолжается не менее 2—3 дней подряд; поэтому наблюдаются случаи, когда после сильного ливня, если вслед за ним наступила сухая погода, заражения не происходит.

При очень высоких температурах (свыше 32°) не наблюдается образования спор, так как эти температуры обычно связаны с низкой влажностью воздуха.

Чтобы заражение произошло, споры должны прорасти. Прорастают они только при высокой влажности воздуха—не менее 90—95%. Быстрота прорастания зависит от температуры.

По нашим исследованиям, при наиболее оптимальной температуре, в пределах 20—32°, споры начинают прорастать через $1^1/_2$—2 часа, а через 3 часа имеются уже ростки, достаточно длинные для того, чтобы произвести заражение растений.

Как повышение, так и понижение температуры задерживает рост спор. Так, достаточно длинные ростки появляются только через 5—6 часов при 16—18° и через 10—12 часов при температуре около 11—12°.

Таким образом, при температуре 20—30° заражение растений происходит быстрее всего. Обычно заражение происходит в ранние утренние часы, когда роса еще не высохла и в зоне листьев сохраняется высокая влажность воздуха, а устьица наиболее широко открыты. Ростки спор могут проникнуть только в открытые устьица (10), с полудня же устьица у большинства листьев закрываются.

Так как прорастание спор значительно задерживается уже при температуре 11—12°, то вероятность заражения при температуре ниже 11—

12° ничтожна и практически оно не происходит, несмотря на то, что в этих условиях возможно большое спорообразование.

Первое заражение растений, источником которого являются споры, образовавшиеся на остатках прошлогодних листьев, происходит во время или тотчас после теплых дождей, при высокой влажности воздуха и при минимальной температуре не ниже 12° (средние температуры 16—20°).

Первые пятна на листьях появляются по окончании инкубационного периода болезни, после первичного заражения. Споры, появившиеся на первых пятнах, производят первое из тех вторичных заражений, которые происходят в течение вегетационного периода и источником которых являются пораженные растения этого года.

Промежутки между следующими одно за другим заражениями, т. е. частота заражений, а следовательно, и интенсивность нарастания болезни, определяются продолжительностью инкубационного периода, зависящей в основном от колебаний температуры в течение суток от минимума до максимума. Эта зависимость продолжительности инкубационного периода церкоспороза свеклы от колебания температуры установлена З. А. Пожар (2, 3). При преобладающих летних температурах в пределах от минимума 10° до максимума 32° продолжительность инкубационного периода колеблется от 7 до 12 дней. Наиболее короткий инкубационный период наблюдается при минимуме не менее 15° и максимуме не более 25—30°; в таких случаях продолжительность инкубационного периода может быть всего 7—8 дней. Если же минимальная температура снижается ниже 10°, то инкубационный период удлиняется до 15—20 дней, а при минимуме ниже 5°—даже до 50 дней. При очень высоких температурах, когда максимум доходит до 35° и выше, инкубационный период также удлиняется до 15 дней.

Однако, по окончании инкубационного периода, следующее заражение может произойти только при наличии условий, благоприятных для образования спор, их прорастания и попадания ростковой трубки в устьице листа.

В связи с этим наиболее целесообразно проводить обработку (опрыскивание или опыливание), как раз накануне заражения, или же незадолго до него, с таким расчетом, чтобы ко времени возможного заражения листья были покрыты фунгисидами.

В опытах, проводившихся в прошлые годы (как у нас, так и заграницей), это важное для борьбы с церкоспорозом обстоятельство не принималось во внимание. Сроки обработок устанавливались через определенное количество дней (10, 15, 20), в зависимости от того, сколько предполагалось провести обработок, без учета основных метеорологических моментов. Эффективность борьбы при большом числе обработок, проведенных через короткие промежутки времени, была в общем значительно больше, чем при малом числе обработок, и одна-две обработки давали очень малое увеличение урожая (табл. 4).

Из приведенных данных следует, что при большем количестве обработок получается больший эффект. Однако, в ряде случаев увеличение количества обработок или совсем не дает эффекта, или он бывает очень незначительным. В таблице 4 это подтверждается данными об эффективности четырех-пятикратного опрыскивания по сравнению с результатами трехкратных опрыскиваний. Таким образом, в этих случаях 1—2 опрыскивания оказались лишними.

9—10-кратные, а также 15—16-кратные опрыскивания давали большую эффективность потому, что при такой частоте некоторые опрыскивания попадали в нужные сроки. Так, на Первомайской станции пятикратное опрыскивание на хозяйственном посеве свеклы не дало увеличения урожая; анализ метеорологических условий показал, что сроки опрыскиваний в этом опыте не совпадали с периодами, когда могло происходить заражение. При девятикратном же опрыскивании урожай сахара увели-

Таблица 4

Эффективность опрыскивания бордосской жидкостью

Место и год проведения опыта	Увеличение урожая сахара в процентах от контроля при разном количестве опрыскиваний						Балл поражения контрольной делянки (5-бальная шкала)
	1 раз	2 раза	3 раза через 20—30 дней	4—5 раз через 12—15 дней	9—10 раз через 7—10 дней	15—16 раз через 5—7 дней	
Селекционные станции СССР							
Первомайская, 1932	— 8	— 2	+10	+25	—	+34	3,76
„ 1933	—	+11	+ 6	+26	—	+58	3,76
Белоцерковская, 1933	+25	—	+18	+16	+34	—	2,45
Мироновская, 1933	+14	—	+27	+30	+36	—	1,93 [1]
Первомайская, 1934	—	+12	—	+22	+39	—	3,54
„ 1935	—	—	+ 7	+ 7	+17	—	0,95
„ 1936	—	—	+10	+12	+34	—	1,59
Ивановская, 1936	—	—	+13	+11	—	—	1,91
Верхнячская, 1936	—	—	+ 1	+10	—	—	2,53
Австрия (по Redlich'y), 1931	—	—	+14	+29	+30	—	Не очень сильное развитие болезни
США (по Le Clerg'y), 1931	—	+9	+15	+19	—	—	Сильное развитие болезни
„ „ „ „ 1932	—	+8	+15	+22	—	—	

чился на 34%; четыре из этих опрыскиваний проведено в дни, когда могло происходить заражение, что видно из следующих данных по Первомайской станции:

Следовало проводить опрыскивание	1—VII	16—17/VII	8/VIII	27/VIII	
Проведено пятикратное опрыскивание в хозяйственных условиях	3—VII	13/VII	27/VII	17/VIII	5/IX
Проведено девятикратное опрыскивание	1/VII, 10/VII, 18/VII, 8/VIII, 15/VIII, 28/VIII, 5/IX, 22/IX				

Жаркий и сухой период—с 20/VII по 6/VIII.

Обработки, проведенные в сухое и жаркое время года, не только не эффективны, но могут оказать даже отрицательное действие, что можно видеть из таблицы 5.

Таблица 5

Эффективность опрыскиваний бордосской жидкостью, проведенных в различные периоды в 1936 году

Место проведения опыта	Проведено всех обработок	Обработки, проведенные в период жаркой и сухой погоды	Эффективность (увеличение урожая сахара в процентах)
Ивановская станция (Харьковская обл.)	3	1	11—14
	5	2	11
	5	3	10
Первомайская станция (Краснодарский край)	5	1	12,3
	5	нет	21,1

[1] Учет по трехбальной шкале ВИЗР.

Таким образом, на Ивановской станции 3 и 5 обработок дали одинаковые результаты, поскольку лишние обработки при пятикратном опрыскивании произведены в период жаркой и сухой погоды, когда их не следовало проводить.

На Первомайской станции эффективность пятикратного опрыскивания увеличилась почти вдвое, так как всего одна обработка была проведена не в засушливый период, а в дни, благоприятные для заражения.

В 1937 году на Ивановской и Белоцерковской станциях произведено сравнение эффективности обработок, сроки проведения которых устанавливались в одних вариантах с учетом метеорологических условий, а в других механически, через каждые 15 дней. Результаты опытов представлены в таблице 6.

Таблица 6

Значение правильного выбора сроков для обработок

Варианты опыта	Увеличение или уменьшение по сравнению с контрольной необработанной делянкой (в процентах)					
	Ивановская станция[1]			Белоцерковская станция		
	4 обработки			3 обработки		
	Вес корня	Выход сахара	Балл поражения	Вес корня	Выход сахара	Балл поражения
Опыливание медно-известковым порошком						
Сроки установлены в дни, благоприятные для массового заражения	+ 14	+ 25	— 34	+ 6 + 14	+ 5 + 14	— 61 — 47
Сроки установлены механически, через каждые 15 дней	+ 7	+ 8	— 17	— 3	— 3	— 17
Опрыскивание бордосской жидкостью						
Сроки установлены в дни, благоприятные для массового заражения	+ 18	+ 30	— 35	+ 16	+ 19	— 65
Сроки установлены механически, через каждые 15 дней	+ 12	+ 18	— 29	+ 13	+ 9	— 54

Таким образом, при правильном установлении сроков обработки эффективность борьбы с церкоспорозом при одной и той же затрате труда и ядов, может быть значительно повышена.

При проведении химических мер борьбы с церкоспорозом в производственных условиях необходимо иметь в виду, что в настоящее время в хозяйствах можно рассчитывать провести не более трех, максимум — четырех обработок. Но так как периодов, когда метеорологические условия достаточно благоприятствуют массовому заражению, может быть больше трех-четырех, то важно знать, когда именно следует начинать и заканчивать обработки, чтобы получить наибольший эффект.

[1] На Ивановской станции опыливание МИП приходилось повторить два, а иногда и три раза (при опыливании в благоприятные для заражения дни) вследствие смывания фунгисида дождями.

Из опыта химической борьбы с другими болезнями растений известно, что опрыскивание и опыливание необходимо начинать как можно раньше, со времени первичного заражения, и что во время сильного развития болезни проведение этих мер мало эффективно.

Однако в отношении борьбы с церкоспорозом это обстоятельство не принималось во внимание. До сих пор первую обработку против церкоспороза свеклы обычно проводили с момента появления на листьях первых пятен, основываясь на том, что в некоторых опытах проведение первой обработки до появления пятен не давало положительных результатов, хотя действительной причиной такого исхода опытов было несовпадение срока первых обработок с периодом первичного заражения.

В 1937 году на Ивановской и Белоцерковской станциях первая обработка против церкоспороза была проведена до появления первых пятен, совпавшая с периодом первичного заражения. В результате этой обработки урожай сахара увеличился: по Ивановской станции—на 6% и по Белоцерковской—на 4%. В опытах 1937 года на Первомайской и Уладовской станциях эффективность обработок, проведенных в начале развития болезни, оказалась выше, чем эффективность последних обработок, несмотря на то, что метеорологические условия до августа месяца были неблагоприятны для развития болезни и только с августа начались дожди, вызвавшие вспышки массового заражения. Необходимо также иметь в виду, что опыты проводились на малых делянках, где вследствие перекрестного заражения от контрольных, необработанных делянок, эффективность первых обработок могла еще более снизиться.

Запаздывание с началом проведения опрыскиваний приводило к понижению их эффективности и в старых опытах, что видно из таблицы 7.

Таблица 7

Эффективность опрыскиваний бордосской жидкостью в зависимости от времени проведения первого опрыскивания

Место и год проведения опыта	Время первого опрыскивания	Количество опрыскиваний	Промежутки между опрыскиваниями (в днях)	Увеличение выхода сахара (в процентах от контроля)	Уменьшение поражения (в процентах от контроля)
Белоцерковская станция, 1933 г.	24/VII (при появлении первых пятен)	3	20	+ 18	— 3
	9/VIII (на 15 дней позже)	2	15	+ 11	+ 5
Первомайская станция, 1933 г.	28/VI (при появлении первых пятен)	5	15	+ 26	— 19
	12/VII (на 12 дней позже)	5	15	+ 9	— 12
»	28/VI (при появлении первых пятен)	4	17—20	+ 15	— 15
	21/VII (на 23 дня позже) .	4	15	+ 9	— 8
»	30/VI (при появлении первых пятен на участке) . .	6	15	+ 27	— 23
	22/VI (при появлении первых пятен на другом участке,—на 8 дней раньше)	6	15	+ 36	— 25

Первыми обработками предотвращается первичное заражение, когда источников инфекции еще мало и, следовательно, предотвратить заражение гораздо легче, чем при заметном развитии болезни. Первые обработки задерживают раннее развитие церкоспороза, а потери от церкоспороза тем больше, чем раньше наступает сильное поражение. Таким образом, следует признать, что наиболее эффективными являются первые обработки.

Однако, вопрос о целесообразности первой обработки в период первичного заражения должен быть еще проверен в опытах ближайшего времени.

Первая обработка даст, несомненно, больший эффект, если она будет проведена накануне заражения; поэтому при очень сухой погоде, когда нельзя ожидать появления спор на пятнах, обработку следует задержать до наступления более влажной погоды и проводить ее тотчас после выпавшего дождя или росы.

Очень важно, далее, не упустить срок второй обработки: она должна быть проведена по окончании инкубационного периода (т. е. через 7—8 дней при колебаниях предельных температур от 15 до 25°; через 10—12 дней при температурах от 10° до 30°; через 15 дней при температурах от 10° до 35° и через 15—20 дней при температурах от 8° до 30°), в первый же день после дождя или росы, в период высокой влажности воздуха (не менее 85% ночью и утром и 55% днем). Вторую обработку так же, как и первую, не следует проводить и при сильной засухе и жаре. Таким образом, заранее предугадать срок второй обработки нельзя: он может наступить после первой обработки через неделю или даже через месяц, в зависимости от хода метеорологических факторов. Точно так же устанавливаются сроки и для последующих обработок.

В производственных условиях три проведенные во время обработки могут дать вполне удовлетворительный эффект: в годы сильного развития церкоспороза они обеспечивают получение урожая сахара на 10—20% больше, чем на необработанных посевах.

Применимость и перспективность опрыскиваний и опыливаний

Опыливание растений фунгисидами является, несомненно, более перспективным, чем опрыскивание, благодаря широким возможностям его механизации и применения при этом аэропланов; обработка посредством аэроопыливания может быть произведена в 10—100 раз быстрее, чем конным опыливателем, и тем более опрыскивателем, производительность которого ниже, чем опыливателя.

Кроме того, проведение опрыскивания может в некоторых случаях встретить затруднения при доставке воды на большие расстояния.

Быстрота, с какой возможно провести опыливание, имеет большое значение для своевременности проведения обработки. Опыливание производят по ботве еще мокрой от росы или дождя, т. е. его возможно произвести сразу же после дождя, когда следует ожидать массового спорообразования; опыливать лучше всего с ночи и до утра, пока роса еще не высохла. Заражение как раз и происходит в утренние часы. Таким образом, опыливание возможно провести как раз накануне самого заражения.

Однако, опыливание имеет и свои недостатки. Прежде всего порошки обычно обладают меньшей прилипаемостью, чем жидкости, и поэтому легче смываются дождями, вследствие чего опыливание приходится повторять лишний раз.

Мори, Барони и Коста указывают, что в Италии 8—9 опыливаний дают такой же эффект, как 5—6 опрыскиваний. Но Ле-Клерк (5) в своих опытах, проведенных в 1931 и 1932 гг. в Южной Миннезоте, получил одинаковые результаты как при опрыскивании, так и при опыливании.

У нас в СССР в опытах селекционных станций Главсахара опрыскивание бордосской жидкостью давало больший эффект, чем опыливание заменяющим ее медно-известковым порошком (МИП). Так, в 1936 году на Белоцерковской и Верхнячской станциях три опрыскивания дали одинаковые результаты с пятикратным опыливанием МИП.

Расход ядов при опыливании значительно больше, чем при опрыскивании. Так, при опрыскивании бордосской жидкостью на 1 га расходуется около 4—8 кг медного купороса ($CuSO_4$), а при опыливании заменяющим ее МИП около 6—12 кг водного медного купороса.

Учитывая все это, следует в борьбе с церкоспорозом применять опрыскивание 1% бордосской жидкостью.

В заключение необходимо остановиться на некоторых вопросах, связанных с проведением химических мер борьбы.

1. **Опрыскивание с обеих сторон листа.** Церкоспора может производить заражение в равной мере как с верхней, так и с нижней стороны листа. Поскольку с нижней стороны листа высокая влажность может сохраняться дольше, чем с верхней, возникло предположение, что опрыскивание с нижней стороны листьев должно в значительной мере быть более эффективным. Однако, опыты, проведенные с этой целью Redlich'ом, показали, что при обоих способах опрыскивания эффект получается почти одинаковый (11).

2. **Ядовитость ботвы, опрыскиваемой медными соединениями, для животных.** Если последнее опрыскивание производилось в конце августа—в начале сентября, яды могли остаться на ботве вплоть до уборки. Frigerio указывает, что количество меди, остающейся на листьях, меняется в зависимости от количеств фунгисидов и погоды. Около одной трети оставшихся на ботве медных соединений растворяется желудочным соком теленка, которого кормили опрысканной ботвой. Растворимость и токсичность медных соединений не изменялись при силосовании ботвы. Однако, количество меди, переходящей в раствор, повидимому, очень незначительно. Телята, которых кормили опрысканной ботвой, остались совершенно здоровыми (6).

Kallbrunner (7) указывает, что 10 коров, которых кормили в течение 41 дня силосом из опрысканной медными солями ботвы, остались совершенно здоровы и качество молока их не ухудшалось.

3. В местностях, где церкоспороз развивается в сильной степени, химические меры борьбы с этой болезнью должны проводиться систематически.

Церкоспороз сильно развивается только в сравнительно теплых районах, в особенности при наличии достаточного для развития болезни количества осадков, или в орошаемых районах, где также условия для развития болезни благоприятны.

В СССР рационально проводить химические меры борьбы с церкоспорозом в Краснодарском крае, в Хабаровской и Приморской областях и на Украине.

4. Следует признать неосновательным утверждение некоторых иностранных специалистов (Coons), что, хотя химические меры борьбы с церкоспорозом очень эффективны, однако, они слишком сложны и потому неприменимы.

При большой трудоемкости культуры сахарной свеклы проведение химических мер борьбы с церкоспорозом нельзя считать очень сложным делом; при работах на конной тяге на проведение всех обработок на весь сезон, включая и приготовление ядов, на 1 га расходуется рабочей силы: при опрыскивании—около 2 человекодней, при опыливании—менее 1 человекодня, а при работах с автомобильным опрыскивателем расход рабочей силы еще меньше.

При тех возможностях механизации этого дела, какие имеются в крупном социалистическом хозяйстве, проведение опрыскивания и опыливания не может встречать существенных затруднений.

5. У нас опыты по борьбе с церкоспорозом в производственных условиях закладывались в 1935 и 1936 гг. — в годы слабого развития церкоспороза, поэтому они не показательны по своей эффективности. Однако, даже при очень слабом развитии болезни трехкратное опрыскивание, проведенное в 1935 г. Ивановской станцией в Парафиевском совхозе, увеличило выход сахара на 10%.

При существующих нормах работ по опрыскиванию конным опрыскивателем, при трехкратной обработке, стоимость опрыскивания в один след составит около 25 руб. на 1 га, а в два следа—около 50 руб.

Таким образом, при среднем урожае свеклы 250 ц с гектара и при увеличении сбора сахара в результате опрыскиваний на 10%, стоимость трехкратной обработки в один след составит 11% стоимости полученной прибавки; при увеличении же урожая на 20% стоимость обработки составит 5,5%, следовательно, при обработке в два следа стоимость ее составит соответственно 22 и 11%.

Выводы

1. Химические меры борьбы с церкоспорозом являются наиболее эффективными. Применение этих мер дает увеличение сбора сахара в среднем на 10—30%.

2. Наиболее эффективным фунгисидом для борьбы с церкоспорозом является 1% бордосская жидкость и купфермеритоль. Из остальных испытанных фунгисидов перспективными являются нафтенаты меди.

3. Эффективность борьбы зависит в большой степени от правильного установления сроков обработки, которые должны быть увязаны с периодами возможного заражения растений. Поэтому изучение экологии болезни необходимо при установлении сроков обработок.

4. Опыливание имеет преимущества в сравнении с опрыскиванием в отношении более широких возможностей механизации и быстроты работы. С другой стороны, при опрыскивании значительно сокращается расход ядов и количество обработок.

5. Расходы на проведение химической борьбы невелики и вполне окупаются прибавками в урожае, которые получаются в результате применения борьбы.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Шевченко. Про вплив Cercospora beticola. Sacc. на цукровий буряк. „Труды Белоцерковской селекционной станции" т. I, 1927, стр. 160—175.
2. З. О. Пожар. Інкубаційний період церкоспорозу. „Технічні культури" № 2, 1928, Київ.
3. З. А. Пожар. Предварительные результаты изучения инкубационного периода церкоспороза. „Основные выводы научно-исследовательских работ ВНИС'а за 1936 год", 1937, Киев.
4. Н. И. Салунская. Меры борьбы с церкоспорозом сахарной свеклы. „Основные выводы научно-исследовательских работ ВНИС'а за 1936 год", 1937, Киев.
5. Clerg Le. E. L. Dusting and spraying for the control of Sugar Beet Leaf Spot in Soutern Minnesota. Phytopathology, 25,2, 1935, 233—243 (реф. R. A. M. v. XIV 8, 1935. Exst. Rec. 1935, 73,3).
6. Coons G. H. and Stewart D. Sugar Beet Leaf Spot controlled by dusting from an autotruck, U. S. D. Agr. Year book of Agr. 1928, 560—561, 1929. реф. R.A.M, I, 1930, 9.
7. Kallbrunner. Ist das Bespitzen der Rubenblätter mit Kupfersalzen nachteilig für die Verfütterung. Реф. R. A. M., 1937, XVI, 6, 362.
8. Munerati. O. Observations et considérations sur les systèmes de la lutte utilisés contre le Cercospora beticola en Italie. Compte Rendu Défin. de la VI Assemblée de l'Inst. Intern à Bruxel, 1936.
9. Pool and Mc Kay Climatic conditions as related to Cercospora beticola. Journ. Agr. Res. 1916.
10. Pool and Mc Kay. Relation of stomatal movement to infection by Cercospora beticola Sacc. Journ. Agr. Res. 1916. p. 100.

11. Redlich H. Résultats des Essais effctués à la Sucrerie de Enns pour lutte contre la Cercosporiose de Betterave. Publications de l'Inst. Belge pour l'amél. de la Betterave, 5, 1935, 275—290.
12. Redlich H. Resultats de la lutte contre le Cercocpore à la Sucrerie de Enns en 1935. Compte Rendu Défin.de la VI Assemblée. Inst. Intern. Rech. Bett. 1936.
13. Saillard E. La betterave à sucre et la Cercosporiose. Rev. Path. Veg et Ent. Agric. XV, 10, 1928, 292, 299. Реф. R. A. M. VIII, 1929, 419.
14. Schmidt E. W. Untersuchungen über die Cercospora-Blattfleckenkrankheit der Zuckerrübe. Zeitschr. f. Parasitenk. I, 1. 1928, 100—137.
15. Sfift. Die Krankheiten und tierische Feinde der Zuckerrübe. Wien, 1900.

1938 год НАУЧНЫЕ ЗАПИСКИ № 3—4
по сахарной промышленности (орган ВНИС)

Г. С. МОКАН

ДВА ОПЫТА ПО ИЗУЧЕНИЮ ЦВЕТУШНОСТИ РАСТЕНИЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

(Ялтушковский опорный пункт)

Природа цветухи, несмотря на большое количество исследований, до самого последнего времени оставалась недостаточно выясненной.

В настоящее время, благодаря разработанной академиком Т. Д. Лысенко теории стадийного развития растений, сущность цветухи настолько уяснена, что понимание причин ее проявления не вызывает разногласий.

Ниже приводятся результаты двух опытов, проведенных на Немерчанской селекционной станции в 1934 г. с целью изучения влияния температурного и светового факторов на проявление цветушности у сахарной свеклы.

Первый опыт заключался в следующем. На полевом участке было высеяно в два срока, 3 апреля и 26 мая, 86 номеров семян цветухи. Посевным материалом послужили семена от 79 цветушных кустов, собранные в 1933 г. на фабричной свекле в Чичерине и Моевке, и 7 номеров семян цветухи, собранных в 1931 г. на селекционном поле Немерчанской станции. Эти 7 номеров при нормальных сроках посева в 1932—1933 гг. давали около 30—50% цветушных кустов. Повторность в опыте была однократная, с количеством гнезд от 30 до 60 в зависимости от количества семян.

К моменту копки по каждой делянке учитывался процент стеблящихся растений.

Результаты учета приведены в следующей таблице:

Происхождение семян	Процент цветухи	Число номеров, давших тот или иной процент цветухи	
		Посев 3/IV	Посев 26/IV
Семена цветухи, собранные в 1933 г. на фабричной свекле Чичеринского и Моевского свеклосовхозов	0	42	76
	От 3 до 5	16	3
	„ 6 „ 8	11	—
	„ 9 „ 11	7	—
	„ 12 „ 14	2	—
	„ 15 „ 16	1	—
Семена цветухи, собранные в 1931 г. на селекционном поле Немерчанской станции и дававшие высокий процент цветухи при повторных посевах в 1932 и 1933 гг.	32—34	1	—
	36—38	—	2
	39—41	—	1
	42—44	—	1
	45—47	3	3
	48		

Из данных опыта следует, что цветуха не является однородной в генотипическом отношении. Поэтому высеянный материал, благодаря особенностям весны 1934 г., диференцировался на биотипы, характеризующиеся различной стадией яровизации. Особенности же весны 1934 г. заключались в том, что температуры в начале апреля, в конце мая и в начале июня были наиболее низкие за весенний период.

Таким образом, изученные нами потомства от цветушных родоначальников оказываются различными по стадиям развития.

Наиболее короткой стадией яровизации характеризуются все 7 номеров Немерчанской станции и 3 номера Чичеринского и Моевского свеклосовхозов, давшие цветуху при обоих сроках посева.

Средней длиной стадии яровизации обладают 34 номера, которые дали цветуху только при первом сроке посева и не дали при втором. И, наконец, наиболее продолжительного времени для прохождения стадии яровизации требуют 42 номера Чичеринского и Моевского свеклосовхозов, которые не дали цветухи как при первом, так и при втором сроке посева. Предположить, что эти 42 номера не дали цветухи из-за непрохождения световой стадии—нельзя, так как все они происходят от цветушных растений 1933 г., поэтому основной причиной отсутствия цветухи было непрохождение стадии яровизации.

Второй опыт ставился с целью изучения влияния светового фактора, а также для отыскания приемов, с помощью которых можно было бы регулировать время цветения свеклы.

Опыт ставился в двух вариантах—с высадками и однолетней расой свеклы.

Опыт с высадками ставился по следующей схеме:

Продолжительность суточного затенения в часах	Время, в течение которого растения подвергались затенению		
20	1 мес.	2,5 мес.	До созревания высадков
18	1 „	2,5 „	То же
14	1 „	2,5 „	„ „

В каждом варианте опыта с высадками высаживались половинки от двух корней. Контролем служили другие половинки тех же корней.

Параллельный опыт с однолетней расой свеклы ставился по той же схеме. Изменены были лишь сроки затенения соответственно длине вегетационного периода, которые в этом опыте равнялись: одному месяцу, трем месяцам и для третьего варианта—до момента копки свеклы. Размер делянки—26 растений.

Регулирование освещения осуществлялось путем затенения диктовыми или жестяными ящиками с соответственно устроенной вентиляцией.

Оба варианта опыта (свекла и высадки) дали сходные результаты.

Свекла и высадки, затеняемые в течение 20, 18 или 14 часов в сутки на протяжении месяца, не дали стрелок в течение этого времени.

С прекращением затенения, спустя 7—17 дней для высадков и 29—30 дней для свеклы (в зависимости от продолжительности затенения в течение суток), начали появляться стрелки, давшие затем нормальный урожай семян. У соответствующих же контрольных растений стрелки появились через 20—24 дня (у высадков) и на 40-й день (у свеклы) после появления всходов.

Растения, затенявшиеся в продолжение трех месяцев или в течение всего вегетационного периода, и высадки, затенявшиеся 2½ месяца или

до момента созревания семян у контрольных растений,—стрелок после прекращения затенения не образовали, так как они, повидимому, не успели пройти световой стадии.

Растения, затенявшиеся 20 часов в сутки даже в течение одного месяца, сильно этиолировались и погибали. Поэтому срок затенения свеклы может быть не более 14 часов в сутки; при более длинных сроках затенения замечается депрессия в росте растений.

Таким образом, чтобы избежать появления стрелок, необходимо свеклу затенять 14—18 часов в сутки на протяжении 1—3 месяцев (для свеклы) и 1—2,5 месяца (для высадков). Установить более точные сроки из-за малого количества в опыте градаций сроков затенения мы не смогли.

На Ялтушковском пункте имеется раса свеклы (№ 165), ведущая начало от нескольких растений, которые сохранились в зиму 1932/33 г. Посев, из которого отобраны эти растения, был произведен в средине сентября 1932 г.

В 1933 году эти растения семян не дали и были закагатированы. Урожай с них был собран лишь на третий год (1934) в конце июля. В 1935 году от этих семян были получены корни, которые в 1936 году, в конце марта, были высажены. Раса эта оказалась весьма позднеспелой—урожай был собран лишь в половине сентября.

Contents

Order to tho People's Commissariat for Food Industry of USSR 3

I. F. Busanov

To give still more valuable varieties of sugar beet to our country 5

E. Ph. Wottschal, Acad.

The Physiology of productive capacity of the beet 12

P. A. Vlassuk, Prof.

Application of common salt to the soil for the sugar beet crop 61

E. A. Tonkal.

Problems involved with the technique of fertilizer placement in the row for the sugar beet crop. 81

M. P. Mengega, N. V. Tunik.

Reconstruction and adaptation of beet seed planting machines for the side dressing of dry manure during vegetation of sugar beets 89

A. S. Mistchenko, A. D. Kassianchuk.

The first year of agricultural Work of the beet-sovkhoz of Talnoe 94

A. G. Radchenko.

The fixing of fhe moment of crumbling of the soils by their structure and plastic properties for the establishment of the time of soil cultivation before drilling 110

F. L. Ivanchenko.

Methods of spring cultivation of soils for the beet crop. 128

A. B. Rubashev.

The effects of a heavy fertilizer supply to the soil on the absorption of nutrient materials by beets and oats in the beet crop rotation 145

M. I. Kanivetz, M. A. Lebedeva.

Increase of the soil fertility under the influence of a system of agricultural methods 161

T. D. Prikhodkina.

Action of moisture on the fecundity of the cutworm butterfly 177

M. P. Charkovski.

A contribution to the methods of shortdated forecastings of the beet weevil infestation 184

Z. A. Pojar.

The action of temperature on the incubation period of the sugar beet cercosporosis 198

N. I. Solunskaia.

Control of sugar beet cercosporosis by chemical methods 204

G. S. Mokan.

Two experiments on the bolting of sugar beet plants 219

Сдано в производство 23/XI-38 г. Подписано к печати 20/III-39 г. 14 печ. л. Формат бумаги 84×108 см. Вес бумаги 56 кг. В 1 печ. листе 72000 зн. Упол. Глав. 1391 от 20/III-39 г. Зак. 288. Тир. 1.100. Тип. Государственного издательства колхозной и совхозной литературы УССР. Харьков, Пушкинская, 29.